MEIO AMBIENTE, SOCIEDADE E EDUCAÇÃO

NO CERRADO DE GOIÁS

Organizadores

DERICK MARTINS BORGES DE MOURA

DIVINO JOSÉ LEMES DE OLIVEIRA

Editora Poisson

VOLUME 1

Organizadores
Derick Martins Borges de Moura
Divino José Lemes de Oliveira

Meio Ambiente, Sociedade e Educação no Cerrado de Goiás

Volume 1

1ª Edição
Belo Horizonte
Editora Poisson
2025

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade
Conselho Editorial
Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MSc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dra. Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo - Fametro
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514

Meio Ambiente, Sociedade e Educação no Cerrado de Goiás – Volume 1/Organização: Derick Martins Borges de Moura, Divino José Lemes de Oliveira - Belo Horizonte – MG: Poisson, 2025

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-476-5
DOI: 10. 36229/978-65-5866-476-5
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Meio ambiente 2. Sociedade 3. Educação I. MOURA, Derick Martins Borges de II. Oliveira, Divino José Lemes de III. Título

CDD-333.72

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.
Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterado.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Esse e outros títulos podem ser baixados gratuitamente em www.poisson.com.br
Entre em contato pelo contato@poisson.com.br

Organizadores

Derick Martins Borges de Moura

Possui Pós-Doutorado, Doutorado e Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás. Graduado em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás. Técnico em Mineração pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás. Tem experiência e atua nas áreas de Ensino de Geografia, Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Geotecnologias, Bacias Hidrográficas, Recursos Hídricos, Análise Ambiental Integrada, Prospecção Mineral e Geológica, Prospecção e Mapeamento de Atrativos Turísticos Naturais. Ministrou as disciplinas de Didática e Metodologia de Ensino em Geografia, Tecnologias em Educação, Cartografia Escolar, Geoprocessamento, Geografia da População, Geografia Política e Cultural, Abordagem Territorial do Cerrado, Geografia Regional e Geografia do Brasil no curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Iporá. Participa do projeto MAPBIOMAS, na validação de pontos através do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig) do IESA - Instituto de Estudos Socioambientais da UFG. Atualmente trabalha como Professor Substituto e Técnico Ambiental efetivo na Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Iporá

Divino José Lemes de Oliveira

Doutor em Geografia pela UFJ (2021); Mestre em Geografia pela UFG Regional Jataí-GO (2014); Especialista em Educação para Diversidade e Cidadania pela UFG-Faculdade de Direito (2012). Especialista em Desenvolvimento Regional e Planejamento Turístico pela UEG (2006). Graduado em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás (2002). É professor na UEG-UnU Iporá desde 2007. Atualmente é coordenador setorial do Curso de Geografia na UEG UnU Iporá.Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Geografia Regional, atuando principalmente nas seguintes temáticas: Desenvolvimento regional, dinâmica socioespacial, Cerrado, políticas públicas, ensino de geografia, cooperativismo, agricultura familiar, movimentos sociais e culturais.

Prefácio

Prefaciar esta obra coletiva elaborada por docentes pesquisadores do interior goiano é motivo de grande satisfação. Há quase 25 anos trabalho como docente efetiva na Universidade Estadual de Goiás (UEG), tendo participado da organização de outras obras, especialmente aquelas que se concentraram na educação e ensino sob uma perspectiva regional. Este livro reúne trabalhos de pesquisadores de diversas áreas do conhecimento e com uma grande investidura científica para tratar de questões eminentemente ambientais. É uma satisfação poder documentar e historicizar o salto qualitativo na produção intelectual e científica produzida pelos profissionais das instituições públicas de ensino superior goianas. Em cada um dos capítulos deste livro, estão relatadas histórias reais, metodologias elaboradas de forma cuidadosa e que demonstram o compromisso desses pesquisadores com a educação de qualidade produzida nas salas e laboratórios de aulas, com o objetivo de desenvolver a sociedade goiana.

O livro é fruto do compromisso científico, social e político dos autores em fornecer à sociedade o conhecimento produzido a partir do investimento público para a realização de pesquisas na Universidade Estadual de Goiás (UEG), especialmente nas produções científicas originárias da microrregião de Iporá, em Goiás. A microrregião, composta por 11 municípios, é conhecida pelo nome do município que abriga a Unidade Universitária de Iporá da UEG e o Instituto Federal Goiano, Câmpus Iporá, duas instituições públicas de ensino superior do oeste goiano que produzem conhecimento e formam profissionais qualificados para atender às demandas regionais. Dessas duas instituições são os autores dos capítulos que constituem esta coletânea.

Os capítulos do livro intitulado "Meio ambiente, sociedade e educação no Cerrado de Goiás" apresentam resultados de pesquisas e relatos de experiências goianas, mas também estão inseridos nos debates de emergência global. São textos científicos autóctones sobre o Cerrado em Goiás, resultantes de análises de múltiplas determinações e que, reunidos em uma única obra, demonstram a realidade concreta desse território brasileiro. Os sete textos exploram distintas discussões sobre o Cerrado em Goiás, apresentando uma abordagem interligada entre si, com ênfase em questões emergentes, como: a crise relacionada ao uso de recursos hídricos, os padrões de uso e ocupação do solo, as alterações climáticas, os efeitos na regularidade das chuvas que afetam a disponibilidade das bacias hidrográficas e o atendimento às demandas para a reprodução

socioeconômica, a infração das legislações sobre gestão de resíduos sólidos, e a importância da educação dos jovens para a compreensão e prática da cidadania, visando à construção de uma sociabilidade alternativa à hegemônica contemporânea, que tem sido marcada pela normalização das desigualdades sociais exacerbadas por desastres ambientais.

O livro está dividido em sete capítulos. O primeiro capítulo, intitulado SECAS HISTÓRICAS E CRISE HÍDRICA NO MUNICÍPIO DE IPORÁ EM GOIÁS, de Buarque et al., tem como objetivo discutir a escassez hídrica vivida em Iporá no período de 2010 a 2024. O objetivo é identificar as secas históricas que ocorreram no município de Iporá, a fim de analisar as consequências das crises hídricas provocadas pela escassez hídrica na Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio, nos períodos de 2010 a 2024. Esta Sub-bacia, localizada na Bacia do Rio Araguaia, é a única fonte de água para a cidade de Iporá-GO. Os autores salientam que a diminuição acentuada da vazão do Ribeirão Santo Antônio, causada por fatores antrópicos de uso e cobertura do solo, mudanças climáticas e má gestão dos mananciais, está interferindo na captação de água pela Empresa Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO) e, consequentemente, causando o racionamento de água para o abastecimento da população de Iporá.

No segundo capítulo, de Sousa, A CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO (SUBSTRATO GRANITO) E SUA CAPACIDADE DE PERCOLAÇÃO PARA O LENÇOL FREÁTICO analisa a condutividade hidráulica de um solo e sua relação com a recarga do lençol freático e a suscetibilidade erosiva em uma microbacia na alta cabeceira do Rio dos Bois (afluente do Rio Claro/Araguaia), na divisa dos municípios de Iporá-GO e Diorama-GO. Após uma minuciosa descrição dos procedimentos metodológicos, o autor concluiu que, dada a permeabilidade do latossolo, que varia de moderada a alta em determinados trechos da região, favorece a infiltração de água para o lençol freático, especialmente quando bem manejado.

Os autores Siqueira e Siqueira do terceiro capítulo, A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM IPORÁ-GO: DAS INÚMERAS VIOLAÇÕES À LEI AO POSSÍVEL ESTADO DE COISAS INCONSTITUCIONAL, objetivaram investigar a gestão de resíduos sólidos no município iporaense, mais especificamente, analisar as principais políticas e ações que norteiam a temática em questão. Os autores, ao discutirem e proporem soluções para o problema de violação das normas e metas estabelecidas pela Política Nacional de

Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei n. 12.305/2010, também apresentam possíveis soluções para o problema.

O quarto capítulo de Oliveira et al, intitulado "CIDADANIA EM DEBATE": CONCEPÇÕES DE ALUNOS DA 1a SÉRIE DO ENSINO MÉDIO EM IPORÁ", é fruto do projeto "Podcast da Cidadania (Conscientes e Ativos)", vinculado a um programa denominado "Cidadania, Direitos e Diversidade", cadastrado na Pró-reitoria de Extensão da UEG em 2024. A pesquisa realizada com alunos da 1a Série do Ensino Médio de diferentes escolas de Iporá teve como objetivo analisar as concepções de cidadania apresentadas pelos alunos, considerando as dimensões pedagógicas, sociais e culturais que estão envolvidas nesse processo de compreensão. A pesquisa tem como objetivo identificar os principais fatores que influenciam essa compreensão e como esses jovens relacionam o conceito de cidadania com suas próprias experiências e expectativas de participação na sociedade. Os resultados da pesquisa indicam que os jovens associam o conceito de cidadania à prática de solidariedade e a responsabilidade social, porém, os resultados também ressaltam para a necessidade de uma revisão nas práticas pedagógicas escolares para que os alunos desenvolvam uma percepção mais crítica e ativa sobre o seu papel na sociedade.

O quinto capítulo, CRISE DE GESTÃO HÍDRICA EM IPORÁ-GO: UMA TRAGÉDIA ANUNCIADA, de Moura e Buarque, tem como objetivo analisar a situação do sistema de abastecimento hídrico da cidade de Iporá-GO no ano de 2024, através de uma análise comparativa entre a oferta e a demanda de água. De acordo com os pesquisadores, o aumento do consumo médio per capita de água em Iporá, aliado às condições naturais que interferem na recarga do lençol freático, tem causado frequentes episódios de estresse hídrico no único manancial que abastece a cidade. Dessa forma, com base em gráficos, tabelas e imagens, os autores afirmam: a necessidade de ações imediatas para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica que abastece o município de Iporá, para que haja maior recarga hídrica em períodos chuvosos e aumento da vazão em períodos secos; que a SANEAGO invista em fontes complementares de captação de água para atender à população municipal.

O sexto capítulo ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO PARA VITICULTURA NA MESORREGIÃO SUL GOIANO, de Rocha et al., apresenta os mapas de zoneamento agroclimático para a viticultura na Mesorregião Sul Goiano, baseados em dados climáticos e geográficos. Os autores chegaram à conclusão de que o zoneamento agroclimático contribui para o desenvolvimento da viticultura, pois promove o aumento da

produtividade e a melhoria da qualidade das uvas, além de gerar renda e emprego para a população local nos municípios do sul goiano de Ipameri, Paraúna, Santa Rita do Araguaia, São João da Paraúna, Santa Helena, Serranópolis e Vianópolis.

No sétimo e último capítulo produzido por Jesus, Alves e Rocha, A IMPORTÂNCIA DA VEGETAÇÃO COMO FATOR REGULADOR DA TEMPERATURA E DA UMIDADE RELATIVA DO AR EM VIAS PÚBLICAS DE IPORÁ-GO apresentou os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo investigar se a vegetação tem o papel de regular a temperatura e a umidade relativa do ar em vias públicas da cidade de Iporá-GO. A análise da arborização de duas importantes avenidas do núcleo urbano da cidade de Iporá permitiu a conclusão de que a arborização das ruas da cidade tem um papel fundamental no bem-estar humano, na saúde ambiental e na qualidade de vida geral dos seus habitantes. O inverso também se aplica: quando a vegetação urbana é removida, há uma alteração no microclima, uma vez que a sua ausência, associada à impermeabilização do solo urbano, contribui para a propagação do calor com maior intensidade, especialmente nas áreas onde predominam as pavimentações de concreto e massa asfáltica, o que causa desconforto térmico e afeta a saúde das pessoas.

Dessa forma, os leitores desta obra encontrarão argumentos para defender um modelo regional de desenvolvimento que refuta o uso de recursos ambientais para atender de forma individualizada e mercadológica à eficiência econômica de grupos específicos da sociedade capitalista. Os autores defendem que todos os cidadãos, sem distinção de classe social ou de setor produtivo, devem compreender, propor e agir para que as gerações futuras que ocupam o bioma possam ter o direito de existir. Cada texto apresentará uma perspectiva científica comum, que compreende a relação de interdependência entre os indivíduos da sociedade e a dinâmica da natureza, bem como a organização da paisagem advinda dessa relação. A elaboração e implementação de políticas públicas e ações privadas, de forma planejada, é uma condição indispensável para a manutenção das diferentes formas de vida no Cerrado.

Uma boa leitura!

Paula Junqueira da Silva Rezende

SUMÁRIO

Capítulo 1: Crise de gestão hídrica em Iporá-GO: uma tragédia anunciada..... 10

Derick Martins Borges de Moura, Plácido Fabrício Silva Melo Buarque

DOI: 10.36229/978-65-5866-476-5.CAP.01

Capítulo 2: A condutividade hidráulica de um latossolo vermelho (substrato granito) e sua capacidade de percolação para o lençol freático..... 28

Flávio Alves de Sousa

DOI: 10.36229/978-65-5866-476-5.CAP.02

Capítulo 3: A gestão de resíduos sólidos em Iporá-GO: das inúmeras violações a Lei ao possível Estado de Coisas Inconstitucional..... 40

Marcello Rodrigues Siquera, Hellena Rodrigues Floresta e Siqueira

DOI: 10.36229/978-65-5866-476-5.CAP.03

Capítulo 4: Cidadania em debate: Concepções de alunos da 1º série do ensino médio em Iporá 65

Divino José Lemes de Oliveira, Helismar Alves de Alcantara Oliveira, Washington Silva Alves, Washington Orloffs Fernandes Dias, Paula Junqueira da Silva Rezende

DOI: 10.36229/978-65-5866-476-5.CAP.04

Capítulo 5: Secas históricas e crise hídrica no município de Iporá em Goiás..... 85

Plácido Fabrício Silva Melo Buarque, Derick Martins Borges de Moura, Gustavo Zen de Figueiredo Neves, Elis Dener Lima Alves, Valdir Specian, Diego Narciso Buarque Pereira, Diego Pinheiro Alencar, Juheina Lacerda Ribeiro Viana Alencar, Sihélio Júlio Silva Cruz, Heloísa Silva Farias, Jordana Angélica Siqueira, Soffia Tavares Rocha, Akila Pricila Lemes Monteiro

DOI: 10.36229/978-65-5866-476-5.CAP.05

Capítulo 6: Zoneamento agroclimático para viticultura na mesorregião Sul Goiano. 95

Thiago Rocha, Hildeu Ferreira da Assunção, Valdir Specian, Washington Silva Alves

DOI: 10.36229/978-65-5866-476-5.CAP.06

Capítulo 7: A importância da vegetação como fator regulador da temperatura e da umidade relativa do ar em vias públicas de Iporá-GO 117

Marcia Jesuina de Jesus, Washington Silva Alves, Thiago Rocha

DOI: 10.36229/978-65-5866-476-5.CAP.07

Capítulo 1

Crise de gestão hídrica em Iporá-GO: uma tragédia anunciada

Derick Martins Borges de Moura
Plácido Fabrício Silva Melo Buarque

Resumo: A cidade de Iporá enfrenta uma situação de insegurança hídrica para abastecimento da população há mais de uma década e muito pouco foi feito para amenizar o problema. O artigo teve como objetivo avaliar a situação do sistema de abastecimento hídrico da cidade de Iporá-GO no ano de 2024, executando uma análise comparativa entre a oferta e demanda de água. A oferta hídrica do manancial fornecedor foi avaliada conforme medições das vazões no Ribeirão Santo Antônio (RSA) no período de estiagem (maio à outubro) de 2024. Para isso foi utilizado o método de medição de vazão em vertedor retangular. Foi utilizada a régua linimétrica instalada no vertedor retangular da Estação de Captação de Água (ECA) da empresa de Saneamento de Goiás – Saneago S/A para medir as cotas do nível d'água e converte-las em vazões. Para avaliação da demanda hídrica pela cidade de Iporá foi consultado os dados de consumo urbano de água obtidos da série histórica do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNISA, que dispõe de informações sobre os indicadores de abastecimento hídrico. Pode-se constatar no período de monitoramento que, no mês de outubro houve problemas de desabastecimento, tendo que haver racionamento na cidade. Nesse mês a Saneago captou todo volume de água do manancial, que ainda não foi capaz de abastecer toda a cidade. Como medida a Saneago optou por instalar uma captação complementar de 20 litros por segundo no Córrego Tamanduá, localizado na área urbana, conhecido como Lago Pôr do Sol.

Palavras-chave: Crise hídrica. Ribeirão Santo Antônio. Iporá-GO.

1. INTRODUÇÃO

Na cidade de Iporá, que se localiza no oeste do estado de Goiás, o abastecimento público de água para a população urbana já tem sido motivo de preocupação há alguns anos. Em 2013 o jornal Oeste Goiano publicou uma matéria intitulada: "Ainda sobra água na barragem da Saneago. Até quando?" afirmando que a escassez de água para consumo humano nas cidades é problema que já afetou cidades da região e que Iporá ainda não havia passado por isso (Oeste Goiano, 2013). No ano seguinte, o jornal Oeste Goiano voltou a noticiar matéria relacionada com o abastecimento hídrico da cidade de Iporá: "Vereador propõe audiência pública para debater abastecimento de água" (Oeste Goiano, 2014).

Em 2015 é publicado as seguintes matérias no jornal Oeste Goiano "Saneago de Iporá conclama cidadãos a economizar água" (Oeste Goiano, 2015a) e "Saneago fará monitoramento ambiental da bacia do Santo Antônio" (Oeste Goiano, 2015b), demonstrando a preocupação com a escassez hídrica do manancial fornecedor de água nesse ano. Nos anos de 2015 e 2016, Moura et. al, (2016) faz medições de vazão no Ribeirão Santo Antônio, como parte integrante de sua dissertação de mestrado, que surgiu devido a preocupação com a segurança hídrica da cidade. No início do ano de 2017, Moura (2017) publica sua dissertação de mestrado que foi transformada em um livro intitulado: "Análise Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio, visando a segurança hídrica da cidade de Iporá (GO)" (Moura e Oliveira, 2017).

No ano de 2017, Moura, Oliveira e Nascimento (2020), relataram que em 23 de outubro não havia vazão remanescente no ribeirão Santo Antônio após a captação de água para abastecimento da cidade e que houve falta de água tratada em algumas residências.

Para o ano de 2018, o jornal Oeste Goiano alertou para baixa gradual do nível de água na barragem de captação de água (Oeste Goiano, 2018a). Contudo, apesar de constar em relatório técnico produzido pela Saneago – Saneamento de Goiás S.A., empresa responsável pela captação, tratamento e distribuição de água –, como uma das 66 cidades goianas com risco de escassez hídrica durante período de estiagem para aquele ano, as chuvas registradas em Iporá no mês de setembro atingiram o dobro da média histórica, o que serviu para assegurar vazão do manancial de captação e tranquilizar a população, conforme constatado pela manchete de matéria publicada no dia 2 de outubro pelo jornal Oeste Goiano (2018b): "Chuvas de setembro poderão ter salvo Iporá de falta de água".

Em agosto de 2019, o Oeste Goiano (2019) relatou que o volume de água da barragem de captação estava 20% maior em relação ao mesmo período do ano anterior, mais uma vez tranquilizando a população e o poder público com relação à possibilidade de escassez de água.

No ano de 2020, Moura e Sousa (2021) realizam um monitoramento da vazão do Ribeirão Santo Antônio, no período de estiagem do ano de 2020 e constatam que nesse ano o regime hidrológico foi favorável e não houve desabastecimento da cidade. Já em 2021, Moura (2021) publica sua tese de doutorado que, entre outros estudos, avaliou a disponibilidade e demanda hídrica do Ribeirão Santo Antônio, Moura e apontou a necessidade de complementação da captação de água com o uso de outro manancial, com vistas a assegurar a disponibilidade hídrica. Nesse estudo, Moura (2021) realizou análises comparativas da vazão do Ribeirão Santo Antônio e do Ribeirão Santa Marta, sugerindo este último como fonte complementar de captação. Nesse ano, o volume de água chegou em uma situação de escassez crítica, como mostra a reportagem do Oeste Goiano "Vazão da barragem diminui ainda mais. 95% da água já é captada."

Nos anos de 2022 e 2023 os índices pluviométricos foram favoráveis para a oferta de água no Ribeirão Santo Antônio, como relatam as matérias no jornal Oeste Goiano em 2022 "Janeiro foi de chuvas com 116,4 mm acima do limite máximo previsto" e em 2023 "Abril com chuvas acima da média. UEG mostra temporada com bom índice pluviométrico. Nesses anos não houve risco de desabastecimento.

Já para o ano de 2024, com o início da divulgação dos dados do monitoramento da vazão no período de estiagem, foi publicada a matéria no jornal Oeste Goiano alertando sobre o problema "Vazão do Ribeirão Santo Antônio está com volume abaixo da média." Em agosto do mesmo ano o alenta continuou no mesmo jornal "A vazão do córrego que abastece Iporá segue reduzida."

Como evidenciam os noticiários, é notória a preocupação com a situação do abastecimento hídrico em Iporá há mais de uma década, onde vem havendo repetidos episódios de escassez hídrica no Ribeirão Santo Antônio (RSA), gerando desabastecimento público. O referido manancial é utilizado como única fonte para a captação de água pela Saneago – Saneamento de Goiás/SA, para que a mesma proceda o tratamento e o abastecimento público da cidade. Portanto, o conhecimento do regime de vazão desse manancial, consta como de extrema importância para o gerenciamento hídrico, sendo esse recurso essencial para o funcionamento das atividades econômicas e

sociais da população urbana, especialmente diante do caso de desabastecimento hídrico ocorrido durante o período de estiagem no ano de 2017.

Dessa forma, surgiu a motivação para desenvolvimento desse trabalho, que tem como objetivo avaliar e comparar a disponibilidade hídrica do manancial, representada pelas vazões medidas no ponto exutório, com a demanda hídrica da cidade, representadas pelo consumo urbano de água. O intuito da avaliação entre a disponibilidade e a demanda hídrica é, sobretudo, o de diagnosticar a situação de segurança hídrica da cidade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

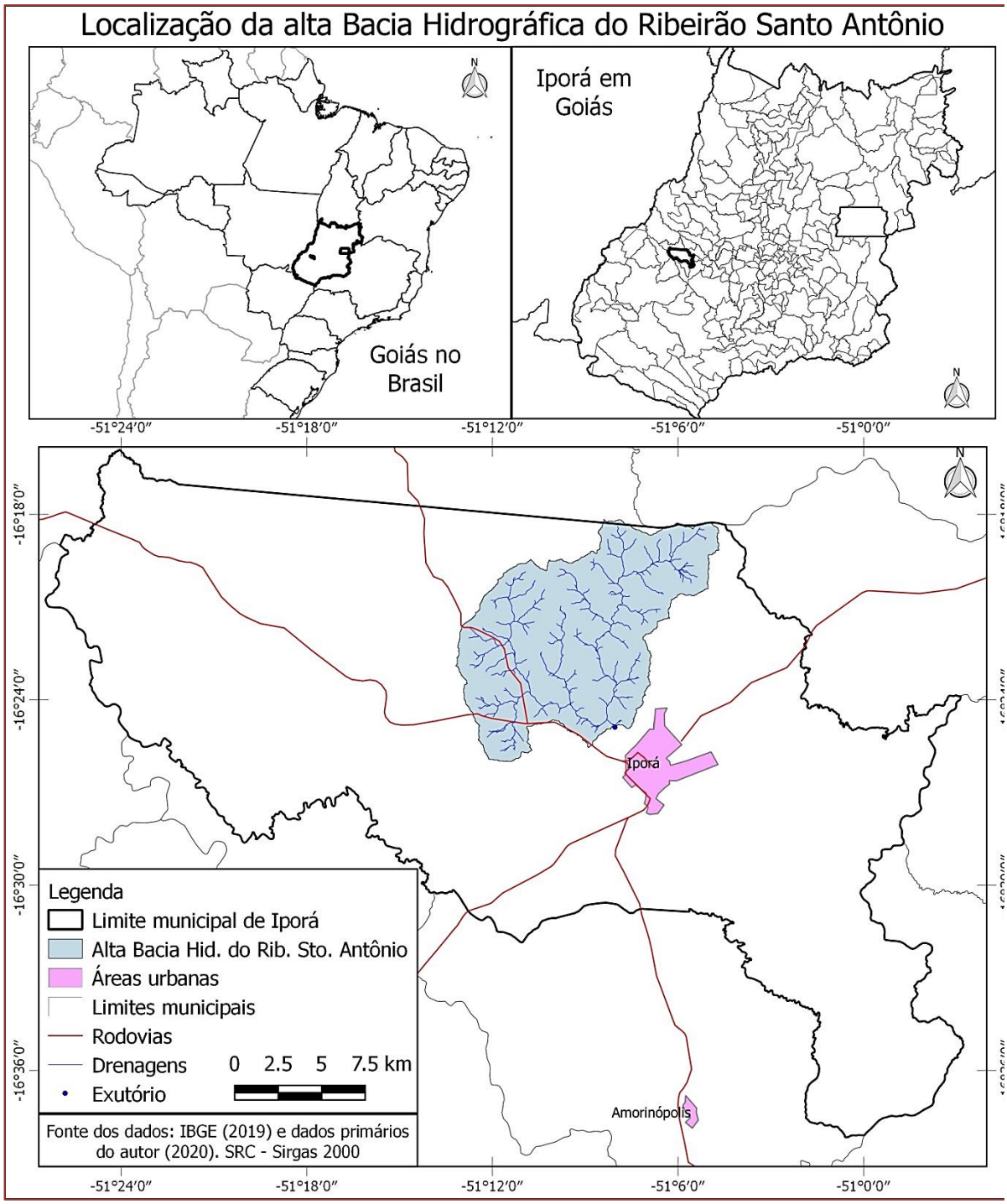
2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Iporá está localizado na Região de Planejamento denominada como Oeste Goiano, a uma distância de 226 km da capital estadual, Goiânia. Segundo o censo do ano de 2022, apresentado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), sua população é de 35.684 habitantes. A economia de Iporá está voltada na prestação de serviços, administração pública, seguida, com menor participação, pela indústria e agropecuária.

A região em que se localiza Iporá apresenta uma vegetação nativa caracterizada como bioma Cerrado, que possui uma diversidade de fisionomias, variando entre formações campestres, savânicas e florestais, porém, no município, o predomínio é de formações florestais. A altitude média do município é de 563m, variando espacialmente entre 379 e 889m, com as menores cotas representadas por planícies e as maiores relacionadas aos planaltos.

Os limites do município estão circunscritos as latitudes 16º16’ e 16º40’ Sul e longitudes 50º56’ e 51º25’ Oeste (Figura 2). A alta Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio encontra-se inserida dentro do município de Iporá (GO), na parte a montante da captação de água da SANEAGO – Saneamento de Goiás S/A, sendo que a bacia localiza-se a noroeste da zona urbana de Iporá (GO).

Figura 1: Localização de Iporá e da BHRSA

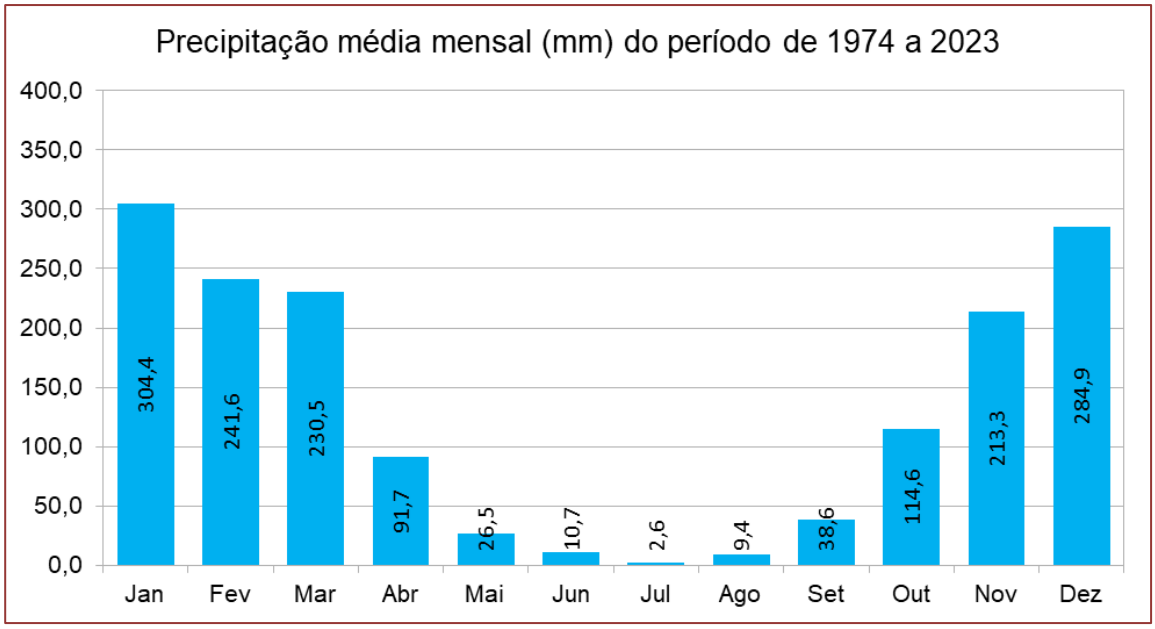


Fonte: Os autores.

Segundo a classificação de Köppen-Geiger (1961), a posição de Iporá repercute a tipologia climática Aw, caracterizada por clima tropical com chuva de verão, com duas estações bem definidas: outono/inverno seco (maio a setembro) e primavera/verão chuvoso (outubro a abril), e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C.

A figura 2 ilustra a média pluviométrica mensal (mm) da série histórica (1974 a 2023), através dos dados compilados do posto pluviométrico da Agência Nacional de Águas (ANA) instalado em Iporá (código 1651001).

Figura 2: Média pluviométrica mensal (mm) da série histórica (1974 a 2023), através de dados compilados do posto pluviométrico da ANA instalado em Iporá (código 1651001

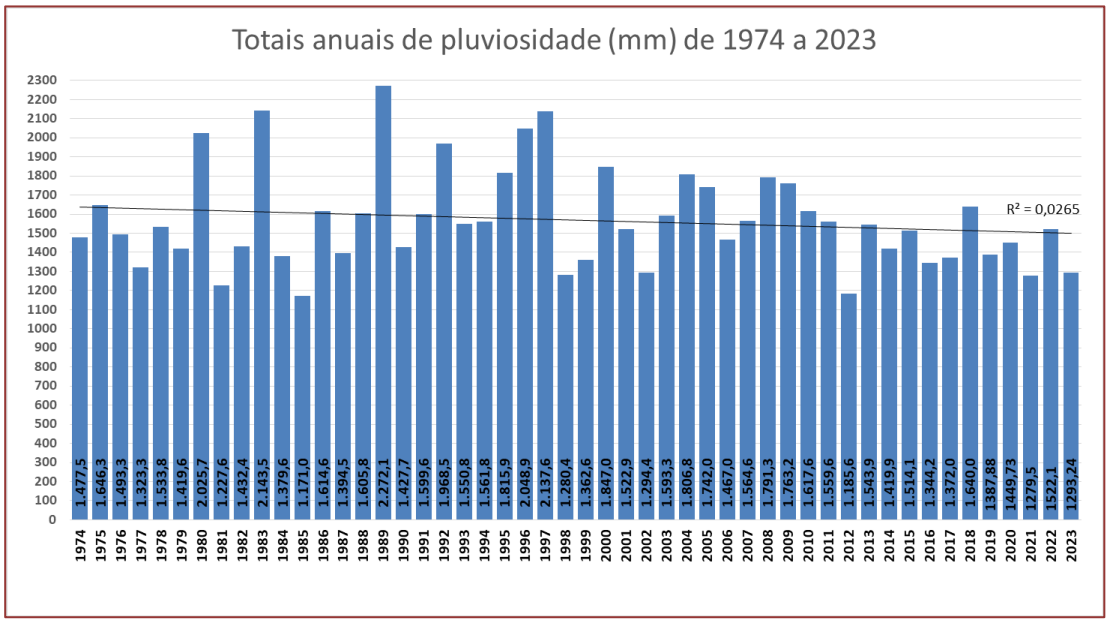


Fonte: ANA (2023), compilado pelos autores (2024).

Os dados médios mensais de chuva mostram que existem sete meses com maiores volumes de precipitação acumulados (outubro à abril) e outros cinco meses com baixos volumes de chuva (maio à setembro), caracterizando um clima sazonal. Isso significa que existe um período do ano com abundância de água e outro com escassez.

A figura 3 ilustra a precipitação total anual (mm) e linha de tendência, no período de 1974 a 2023, conforme os dados compilados do posto pluviométrico da ANA instalado em Iporá (código 1651001).

Figura 3: Precipitação total anual (mm) e linha de tendência, no período de 1974 a 2023, dados compilados do posto pluviométrico da ANA instalado em Iporá (código 1651001). Fonte: ANA (2023) compilado pelos autores (2024).

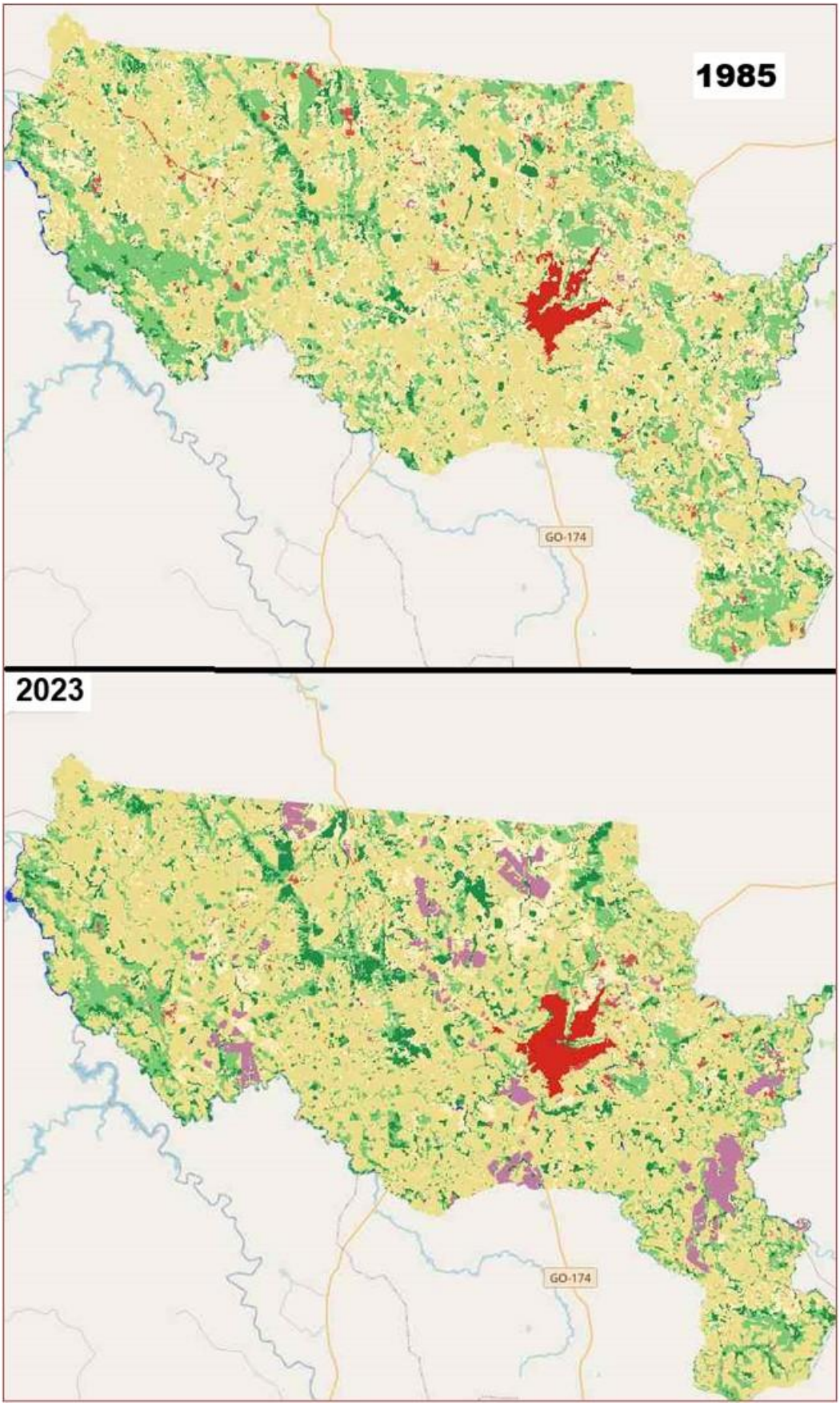


Os totais anuais de precipitação mostram que existem anos com um alto volume de chuva acumulado, passando dos 2.100 mm e outros anos com baixos volumes de precipitação acumulado, com pouco mais de 1.100 mm, ou seja, pode haver uma variação de 1.000 mm de chuva entre os anos.

Sobre as características de cobertura e uso da terra no município de Iporá, conforme dados do MapBiomas (2023), existe predominância de pastagens para uso na pecuária (60%) e cerca de 20% é utilizado para agricultura, principalmente para o plantio de soja e milho. Apenas 20% da cobertura é relativa às vegetações naturais.

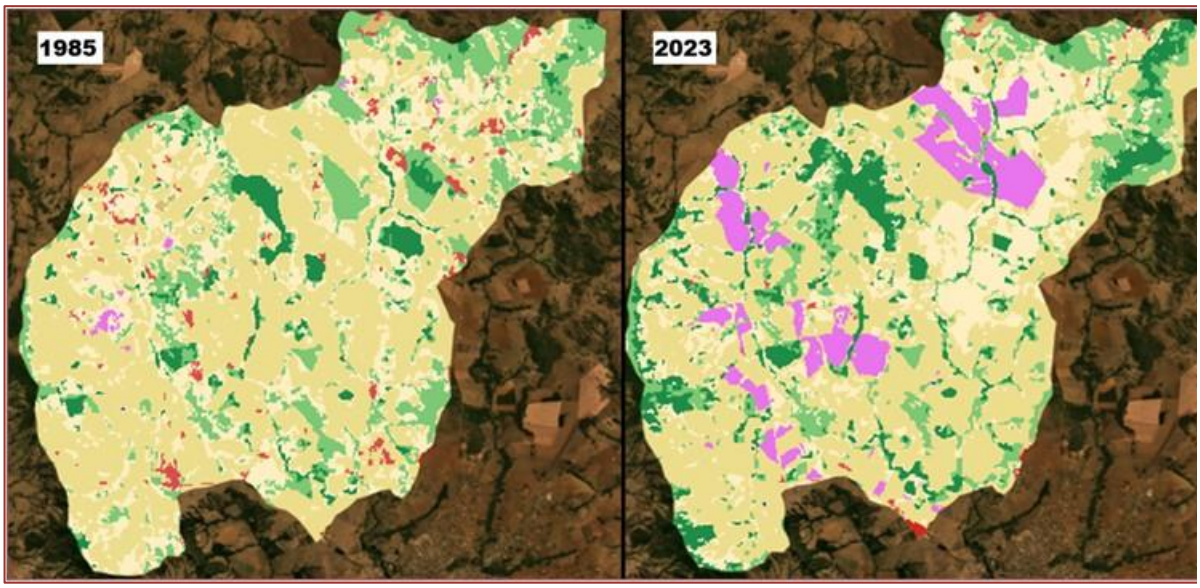
Segundo dados do MapBiomas (2023), as mudanças na cobertura e uso da terra que ocorreram em Iporá de 1985 para 2023 foram as transições de áreas antes usadas pela pecuária para uso na agricultura. Em 1985 cerca de 76% da área do município eram compostas por pastagem para uso na pecuária, 22% de vegetação natural e apenas 2% de áreas agrícolas. Já em 2023, 60% de pastagens para criação de gado, 20% de vegetação natural e 20% de áreas destinadas para a agricultura. As figuras 4 e 5 ilustram a mudança entre 1985 e 2023 no município e na bacia. A cor magenta representa as áreas agrícolas. Os tons verdes representam as vegetações naturais, os tons amarelos as pastagens e o vermelho a área urbana e os solos expostos.

Figura 4: Transição da cobertura e uso da terra em Iporá de 1985 para 2023



Fonte: MapBiomas (2023)

Figura 5: Transição da cobertura e uso da terra na BHRSA de 1985 para 2023



Fonte: MapBiomas (2023)

2.2. Avaliação do sistema de abastecimento hídrico da cidade – Demanda hídrica

Para a avaliação do sistema de abastecimento hídrico da cidade, foram obtidos dados da série histórica do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - SINISA através do *download* da planilha contendo as informações e indicadores consolidados sobre abastecimento de água no período de 14 anos (2009 – 2022) do município de Iporá disponível em http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/. Os dados foram tratados estatisticamente, tabulados e representados graficamente para comparação da evolução nos anos da série.

2.3 Avaliação da disponibilidade hídrica do manancial – Oferta hídrica

A avaliação da disponibilidade hídrica foi feita através de medições de vazão de forma mensal ao logo do período de estiagem (maio à outubro) do ano de 2024. As medições das vazões foram feitas no vertedor da Estação de Captação de Água (ECA) da Saneago. O método utilizado para as medições foi o do vertedor retangular, proposto por Francis (1868) e descrito em Moura, Oliveira e Nascimento (2020).

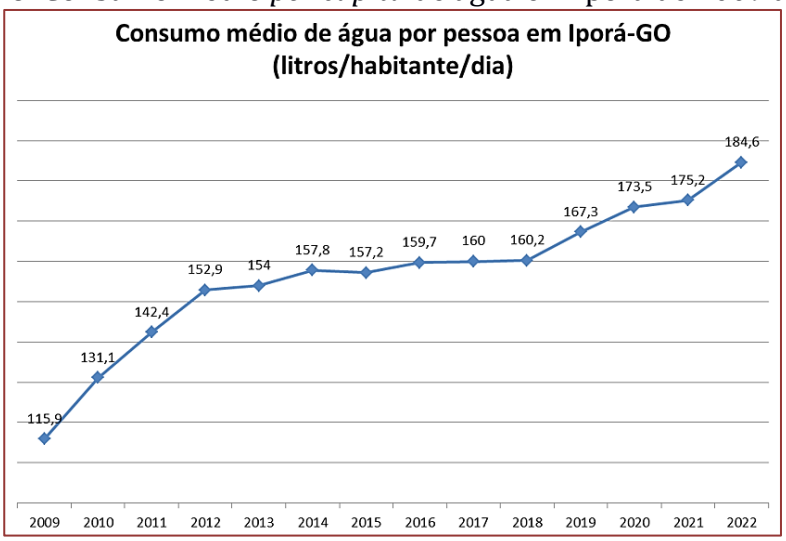
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sistema de abastecimento hídrico da cidade – Demanda hídrica

A demanda de água pela cidade é representada pelo consumo da população, através da captação de água bruta no manancial, pelo sistema de abastecimento público de Iporá. A demanda da cidade de Iporá gera um volume de captação de água bruta de até 122 l/s conforme aponta Moura (2021).

O sistema de captação, tratamento e abastecimento de água feito pela Saneago de Iporá é capaz de atender toda a população, porém a oferta de água (vazão) do RSA nos meses de setembro e outubro já não é suficiente para atender a demanda atual, ou seja, o sistema de tratamento de água é eficaz, mas a disponibilidade hídrica do manancial não está comportando a demanda atual. Percebe-se que o problema maior está na disponibilidade hídrica do manancial em períodos de estiagem. Isso aliado a um consumo médio *per capita* crescente em Iporá está causando recorrentes episódios de estresse hídrico no manancial. A Figura 5, ilustrada a seguir, demonstra a evolução do consumo médio *per capita* de água em Iporá de 2009 a 2022.

Figura 6: Consumo médio *per capita* de água em Iporá de 2009 a 2022.

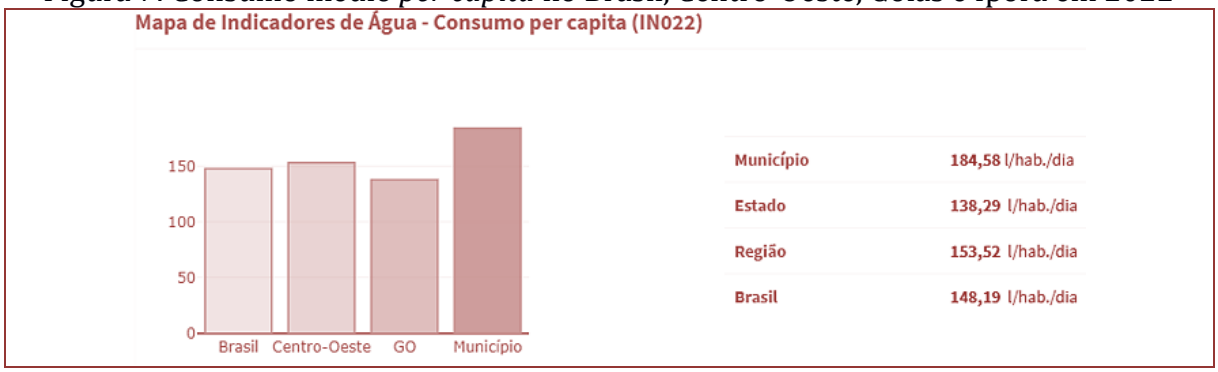


Fonte: Elaborado pelos autores conforme dados do SNISA (2022).

O consumo médio *per capita* de água expressa a média de consumo diário por habitante atendido com rede geral de abastecimento de água e abrange os consumos doméstico, comercial, público e industrial. O consumo médio *per capita* em Iporá (184,58 l/hab/dia), de acordo com SNISA (2022), é superior à média do Brasil (148,19 l/hab/dia), do Centro-Oeste, (153,52 l/hab/dia) e de Goiás (138,29 l/hab/dia), como ilustrado na

Figura 6. Esse consumo elevado diante das médias estadual e nacional, aliado as baixas vazões de oferta do manancial, vem causado recorrentes situações de insegurança no abastecimento.

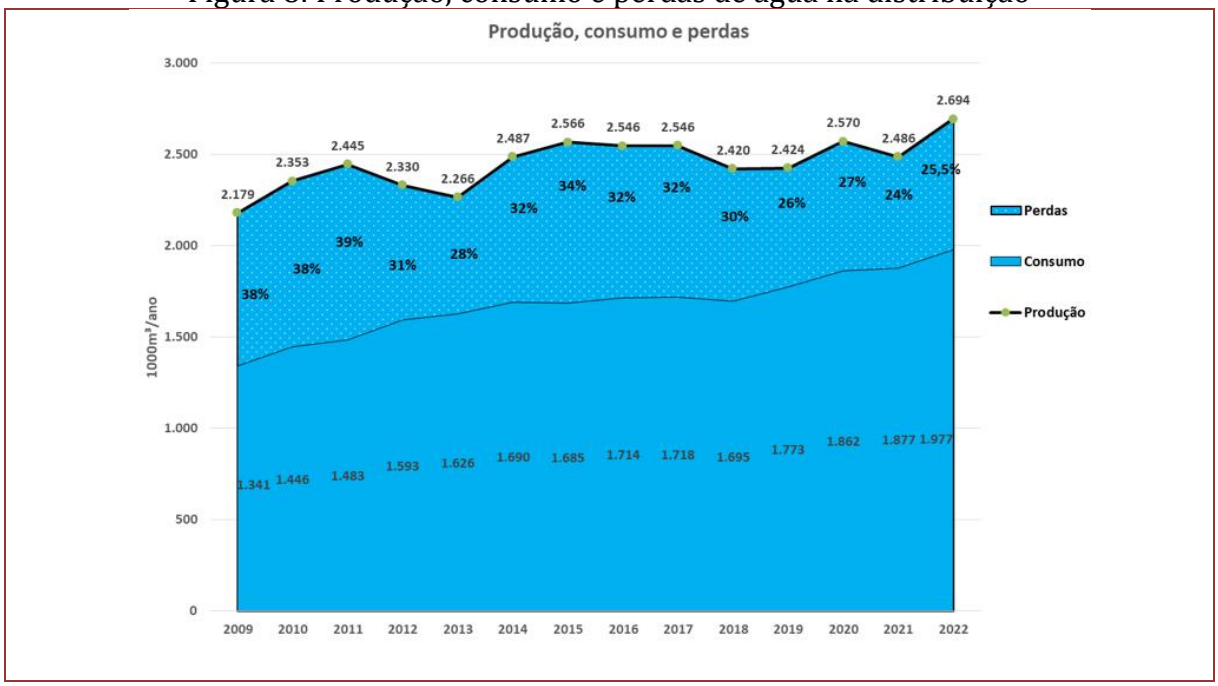
Figura 7: Consumo médio *per capita* no Brasil, Centro-Oeste, Goiás e Iporá em 2022



Fonte: SNISA (2022).

Outro problema existente nos sistemas de abastecimento público são as perdas de água na distribuição, que expressa o percentual do volume total de água disponibilizado que não foi contabilizado (perdas aparentes) ou perdido (perdas reais) na distribuição. Em Iporá, conforme dados do SNISA (2022), houve uma média de 31% no índice de perdas na distribuição em 14 anos (2009-2022). A Figura 7 demonstra a produção, consumo e os percentuais de perdas de água entre 2009 e 2022.

Figura 8: Produção, consumo e perdas de água na distribuição

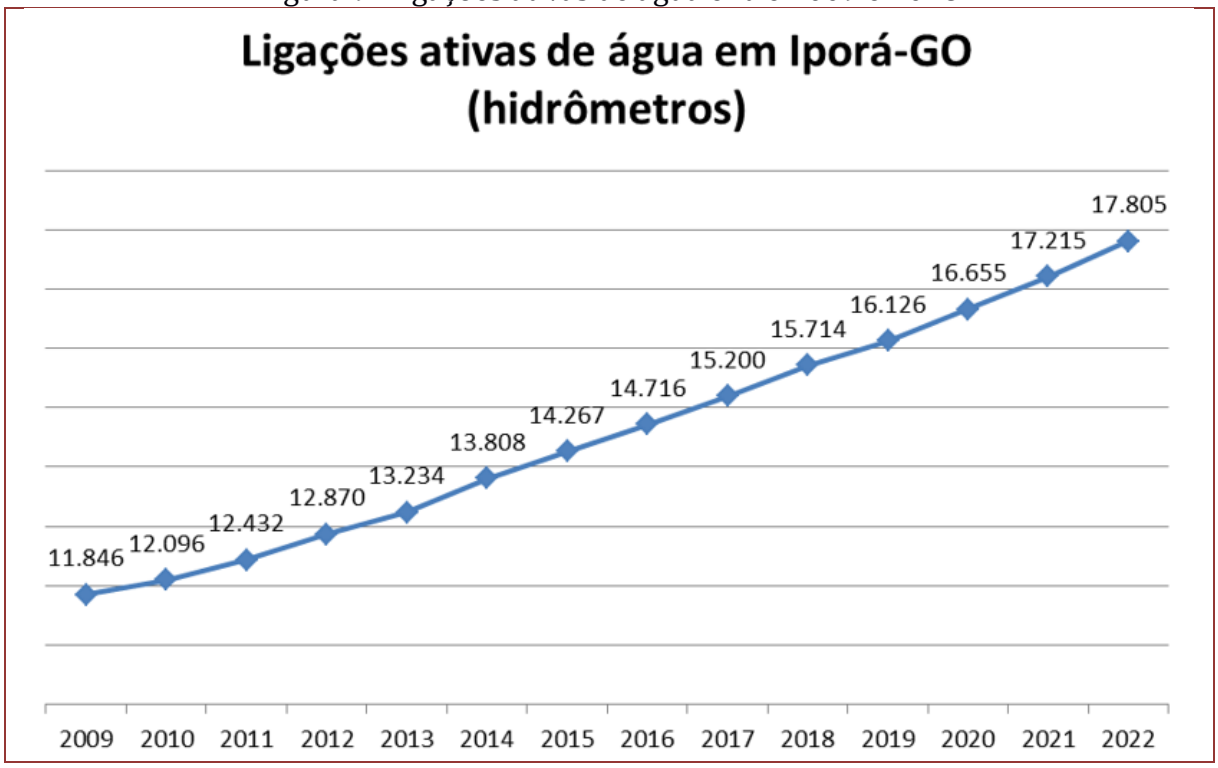


Fonte: Elaborado pelos autores conforme dados do SNISA (2022).

As maiores perdas foram registradas no ano de 2011, com um percentual de 39% e as menores perdas foram registradas no ano de 2021 com um percentual de 24%. Mesmo o menor percentual de perdas registrado na série histórica, ainda se mostra elevado, considerando que significa perda de água tratada, que contribuiria para amenizar o risco de desabastecimento.

De acordo com dados do SNISA (2022), entre 2009 e 2022, a cidade de Iporá teve um total de 5.959 novas ligações de hidrômetros, que representa uma média de 491 novos consumidores por ano, ou um aumento percentual médio de 3,43%. A Figura 8 ilustra as quantidades de ligações ativas de água entre 2009 e 2018.

Figura 9: Ligações ativas de água entre 2009 e 2018



Fonte: Elaborado pelos autores conforme dados do SNISA (2022).

De acordo com a Figura 8, percebe-se um crescimento gradual de novas residências ou estabelecimentos que solicitaram ligação para serem abastecidos com água tratada. O ano com maior aumento foi entre 2018 e 2019, com 830 novas ligações. O menor aumento ocorreu entre os anos de 2009 e 2010, com 271 novas ligações. Do ano de 2021 para 2022, o aumento foi de 590 novas ligações, ou um aumento percentual de 3,4%. Fica evidente o incremento de novos consumidores ao longo dos anos. A Tabela 1 detalha os indicadores do abastecimento público de Iporá.

Tabela 1: Indicadores do abastecimento público de Iporá

Ano	Consumo médio *per capita* (L/hab/dia)	Ligações ativas de água	Aumento de novas ligações	Aumento % de novas ligações	Volume de água produzido (1000m³/ano)	Volume de água consumido (1000m³/ano)	Perdas (%)
2022	184,6	17.805	590	3,4	2.693,62	1.977,03	25,5
2021	175,2	17.215	560	3,3	2.485,99	1.876,65	24
2020	173,5	16.655	529	3,2	2.569,91	1.861,53	27
2019	167,3	16.126	830	5,4	2.423,73	1.773,43	26
2018	160,2	15.296	510	3,4	2.419,80	1.695,20	30
2017	160	14.786	493	3,4	2.546,43	1.718,09	32
2016	159,7	14.293	465	3,3	2.545,65	1.713,92	32
2015	157,2	13.828	418	3,1	2.565,58	1.685,30	34
2014	157,8	13.410	516	4,0	2.486,83	1.689,91	32
2013	154	12.894	409	3,2	2.265,64	1.626,39	28
2012	152,9	12.485	449	3,7	2.329,82	1.592,87	31
2011	142,4	12.036	354	3,0	2.444,73	1.483,36	39
2010	131,1	11.682	271	2,3	2.352,95	1.446,18	38
2009	115,9	11.411	-	-	2.178,65	1.341,18	38

Fonte: Elaborado pelos autores conforme dados do SNISA (2022).

Os indicadores demonstram que o consumo médio *per capita* aumentou 68,7 l/hab/dia em quatorze anos (2009-2022) e ouve um incremento de 6.397 novos consumidores no mesmo período. O volume de água produzido e consumido também aumentou, e as taxas de perdas na distribuição variaram entre 24% e 39%, ficando em média 31,%.

3.2 Disponibilidade hídrica do manancial – Oferta hídrica

A disponibilidade hídrica do manancial é representada pelas vazões medidas no exutório, pelo método do vertedor retangular. No começo do período de estiagem de 2024, a vazão do Ribeirão Santo Antônio estava com um volume muito abaixo das médias em comparação com anos anteriores. A régua linimétrica que mede o nível d'água e a vazão do Ribeirão Santo Antônio na estação de captação de água da Saneago estava marcando um nível de apenas 11 centímetros, que representa uma vazão de 844 litros por segundo, enquanto que no ano de 2020, nesse mesmo período, o nível de água na régua era de 23 centímetros, conferindo uma vazão de 2.370 litros por segundo. Ou seja, a vazão estava abaixo da metade normal para esse período. Essa informação já indicava uma possível situação de escassez hídrica no Ribeirão Santo Antônio, para o final do período de estiagem de 2024, assim como houve no ano de 2017.

O pouco volume de chuvas entre setembro de 2023 e abril de 2024 pode ter influenciado as baixas vazões do Ribeirão Santo Antônio, no período de estiagem. O volume de chuva acumulado nesse período foi de apenas 1.102 milímetros, sendo que no mesmo período do ano de 2019/2020 foi de 1.565 milímetros.

As figuras a seguir ilustram a comparação da situação das chuvas entre setembro e abril de 2019/2020 e 2023/2024 e faz um comparativo da vazão no mês de maio dos anos de 2020 e 2024.

Figura 10: Volume de chuva entre setembro e abril de 2019/2020 e 2023/2024

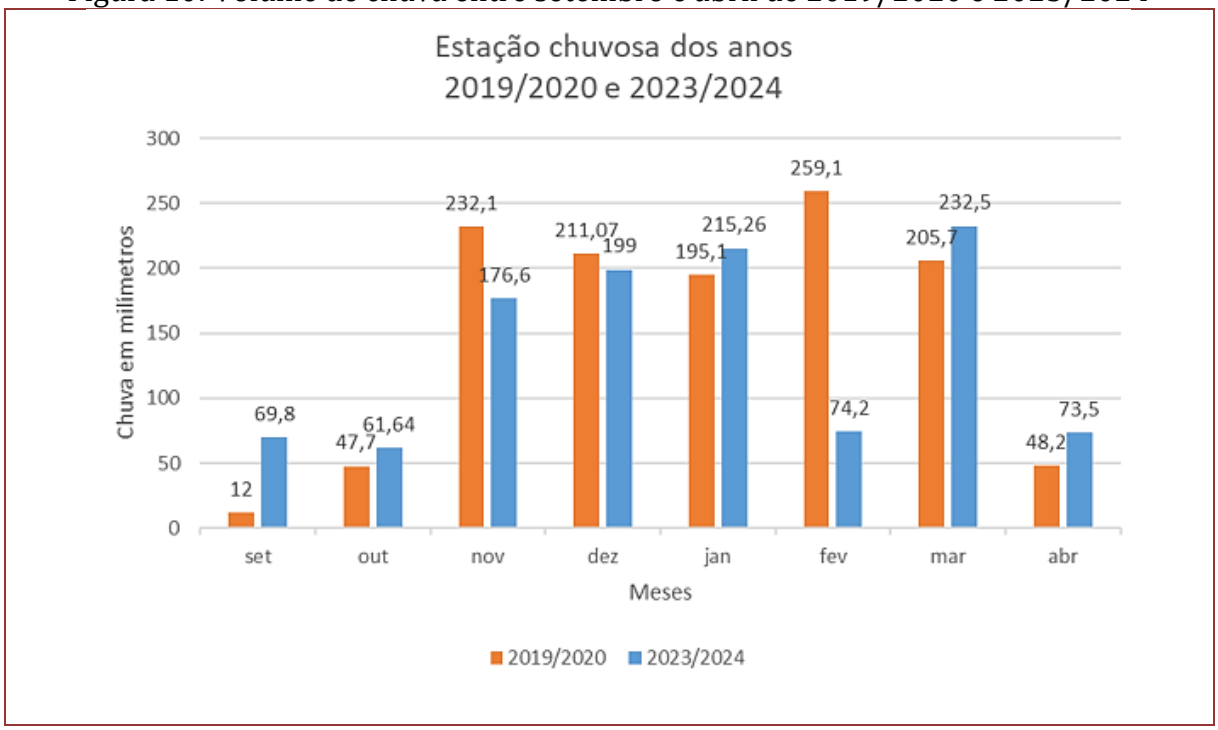


Figura 11: (A) Régua Linimétrica em 01/05/2020, medindo 23,5 centímetros de nível d'água. (B) Régua Linimétrica em 05/05/2024, medindo 11 centímetros de nível d'água

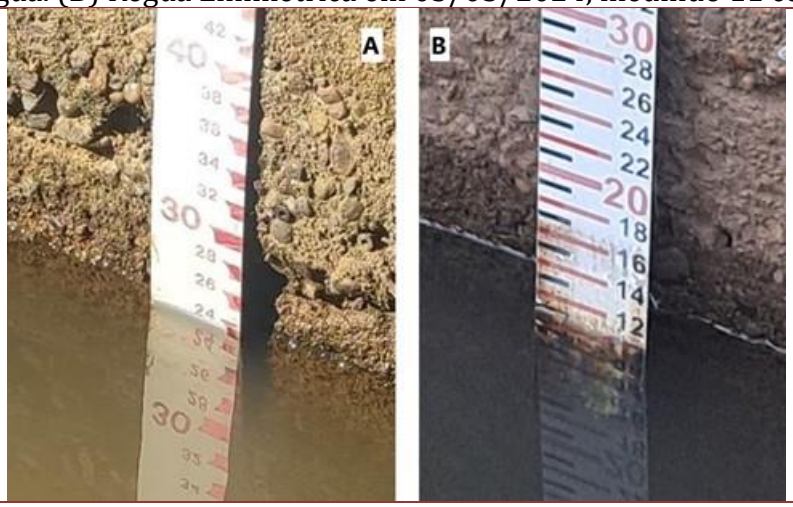


Figura 12: (A) Vazão remanescente do Ribeirão Santo Antônio em 01/05/2020 no vertedor da Saneago. (B) Vazão remanescente do Ribeirão Santo Antônio em 05/05/2024 no vertedor da Saneago

Em 01/08/2024 a régua que mede a vazão do Ribeirão Santo Antônio na captação de água da Saneago, estava marcando um nível de apenas 3,5 centímetros, que representa uma vazão de 250 litros por segundo, enquanto que em anos anteriores, nesse mesmo período, o nível de água na régua era de 8 centímetros, conferindo uma vazão de 569 litros por segundo, ou seja, a vazão estava abaixo da metade normal para esse período.

Em 01/082024 a régua linimétrica mostrava um nível de 3,5 de d'água.

Figura 13: Régua Linimétrica em 01/08/2024, medindo 3,5 centímetros de nível d'água

Figura 14: Vazão remanescente do Ribeirão Santo Antônio em 01/08/2024 no vertedor da Saneago

No início de setembro de 2024 foi noticiado pelo jornal Oeste Goiano que "Cidade já consome quase toda água do córrego Santo Antônio" e no dia 11/09/2024 o vertedor da Saneago parou de verter água, ou seja, a empresa já estava captando toda a vazão do manancial. Essa situação piorou e perdurou por mais de um mês. A figura 17 ilustra o vertedor sem vazão em 09/10/2024 e o nível de água abaixo da régua linimétrica em 09/10/2024.

Figura 15: (A) Vertedor sem vazão em 09/10/2024.
(B) Nível de água abaixo da régua linimétrica em 09/10/2024

Como medida emergencial, frente ao desabastecimento de água potável para a população de Iporá nos meses de setembro e outubro de 2024, a Saneago instalou uma captação complementar de água bruta na represa urbana recreativa, conhecida como Lago Pôr do Sol. Essa ação emergencial gerou diversas reações negativas dos moradores da cidade, devido o Lago Pôr do Sol estar na área de influência da poluição urbana e não ser utilizado pelos moradores nem para balneabilidade devido seu aspecto visual de poluentes.

Figura 16: Captação complementar de água (20 L/s) no Lago urbano recreativo de Iporá (Lago Pôr do Sol)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise efetuada foi verificado que enquanto há uma crescente demanda por água na cidade de Iporá, existe uma redução na oferta pelo manancial. Esse problema vem sendo anunciado há mais de uma década e muito pouco foi feito para soluciona-lo. A medida tomada pela Saneago durante o racionamento no ano de 2024 foi de instalar uma captação complementar de água bruta (20L/s) no córrego Tamanduá, mas especificamente no Lago Pôr do Sol, que é uma represa artificial construída para fins recreativos na área urbana da cidade.

É necessário implementar medidas para que não haja perdas de água na distribuição, bem como uma política de conscientização no uso da água, para uma redução do consumo. É imprescindível a recuperação ambiental da bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio, para que haja maior recarga hídrica em períodos chuvosos e aumente a vazão em períodos secos. É necessário que haja investimentos pela Saneago para instalar fontes complementares de captação de água, como a abertura de poços profundos e a captação em outros mananciais como o Ribeirão Santa Marta e até mesmo um planejamento para captação no Rio Claro, caso seja necessário num futuro próximo.

REFERÊNCIAS

[1] ANA, Agência Nacional de Águas. **Conjuntura recursos hídricos:** Brasil 2022. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/uso_agua.f9c46ece.pdf. Acesso em: 05 ago. 2024.

[2] FRANCIS, James B. **Lowell Hydraulic Experiments.** Made at Lowell, Massachusetts. D. Van Nostrand, 1868.

[3] MOURA, D. M. B. **Avaliação ambiental e fisiográfica da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio, com vistas ao abastecimento hídrico da cidade de Iporá (GO).** 2017. 107p. Dissertação. Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2017.

[4] MOURA, D. M. B.; CABRAL J. B. P.; GENTIL, W. B.; BARCELOS, A. A.; ALVES, W. S. **Análise comparativa da vazão do Ribeirão Santo Antônio e do Ribeirão Santa Marta, visando a segurança hídrica da cidade de Iporá (GO)**. In: Águas do cerrado: gestão, usos e conflitos. Nascimento D. T. F.; Gonçalves R. J. A. F. (org.). Goiânia. Kelps, 2018.

[5] MOURA, D. M. B.; OLIVEIRA, R. M.; ALVES, W. S. **Avaliação da disponibilidade e demanda hídrica do Ribeirão Santo Antônio no ano de 2016, visando a segurança hídrica da cidade de Iporá (GO).** In: Diversos olhares geográficos – Elucidações para fenômenos da natureza no processo de apropriação dessa natureza a partir da microrregião de Iporá. Goiânia. Kelps, 2017.

[6] MOURA, D. M. B.; OLIVEIRA, R. M.; COSTA, J. A.; MATOS, A. J. M.; CARDOSO. J. M.; ALVES, W. S. **Medições da vazão do ribeirão santo Antônio, manancial de abastecimento hídrico da cidade de Iporá, Goiás - Brasil.** Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais. V. 5 n. 1, p. 255-272, jan./jul., Iporá, 2016.

[7] MOURA, D. M. B.; OLIVEIRA I. J.; NASCIMENTO, D. T. F.; Monitoramento da vazão do Ribeirão Santo Antônio, no município de Iporá (GO) pelo método do vertedor retangular. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais.** v.9, n.3, p.218-232, 2020.

[8] OESTE GOIANO. **Ainda sobra água na barragem da Saneago. Até quando?** (2013). Notícias, meio ambiente. Disponível em: https://oestegoiano.com.br/meio-ambiente/ainda-sobra-agua-na-barragem-da-saneago-ate-quando/ Acesso em: 27 nov. 2024.

[9] OESTE GOIANO. **Vereador propõe audiência pública para debater abastecimento de água** (2014). Disponível em: https://oestegoiano.com.br/meio-ambiente/vereador-propoe-audiencia-publica-para-debater-abastecimento-de-agua/ Acesso em: 27 nov. 2024.

[10] OESTE GOIANO. **Saneago de Iporá conclama cidadãos a economizar água.** Disponível em: https://oestegoiano.com.br/meio-ambiente/saneago-de-ipora-conclama-cidadaos-a-economizar-agua/ Acesso em: 27 nov. 2024.

[11] OESTE GOIANO. **Saneago fará monitoramento ambiental da bacia do Santo Antônio.** Disponível em: https://oestegoiano.com.br/meio-ambiente/saneago-fara-monitoramento-ambiental-da-bacia-do-santo-antonio/ Acesso em: 27 nov. 2024.

[12] OESTE GOIANO. **Chuvas de setembro poderão ter salvo Iporá de falta de água.** Disponível em: https://oestegoiano.com.br/meio-ambiente/chuvas-de-setembro-poderao-ter-salvo-ipora-de-falta-de-agua/ Acesso em: 27 nov. 2024.

[13] OESTE GOIANO. **Medição constata nível da água da barragem em baixa acentuada.** Disponível em: https://oestegoiano.com.br/meio-ambiente/medicao-constata-nivel-da-agua-da-barragem-em-baixa-acentuada/ Acesso em: 27 nov. 2024.

[14] OESTE GOIANO. **Já falta água em algumas casas de Iporá**. Iporá, 21 out. 2017. Notícias, meio ambiente. Disponível em: https://www.oestegoiano.com.br/noticias/meio-ambiente/ja-falta-agua-em-algumas-casas-de-ipora. Acesso em: 27 nov. 2024.

[15] SNISA, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Indicadores municipais de águas e esgotos.** 2022. Disponível em: http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-agua. Acesso em: 22/09/2024.

Capítulo 2

A condutividade hidráulica de um latossolo vermelho (substrato granito) e sua capacidade de percolação para o lençol freático

Flávio Alves de Sousa

Resumo: O presente estudo avalia a condutividade hidráulica de uma classe de solo e sua relação com a recarga do lençol freático e a suscetibilidade erosiva em uma microbacia na alta cabeceira do Rio dos Bois (afluente do Rio Claro/Araguaia), na divisa dos municípios de Iporá-GO e Diorama-GO. Foram realizados experimentos de condutividade hidráulica do solo utilizando-se dos métodos dos "Anéis Concêntricos" e "O*pen end Hole".* Os experimentos foram realizados em um Latossolo Vermelho formado sobre litologia granítica cujo uso da terra estava constituído por pastagem degradada. O solo apresentou infiltração moderada à superfície e alta em profundidade. Este estudo é parte de um capítulo da tese de doutorado do autor.

Palavras-Chave: Infiltração, experimentos, solo

1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Cada tipo de solo responde diferentemente à ação da infiltração com diferente condutividade hidráulica, pois cada um apresentará características como textura, estrutura, umidade e porosidade, distintas uns dos outros.

Outras variáveis influenciam na condutividade hidráulica dos solos, como por exemplo, o tipo de uso da terra, que pode tanto favorecer a infiltração, quando usado por florestas, ou dificultar a infiltração, como em lavouras, que muitas vezes provocam a compactação superficial do solo, através do uso de maquinários pesados. Menezes (2012) abordou aspectos associados à importância das florestas nativas na produção e na conservação dos mananciais hídricos, com função de interceptar a água da chuva e proporcionar condições ótimas de infiltração e reduzir o escoamento superficial.

A vegetação de maneira geral contribui para as características superficiais dos solos, influenciando a sua capacidade de infiltração e protegendo-o contra a erosão, pois a mesma protege o terreno contra o impacto direto das gotas de chuva, proporcionando a dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial e aumentando a infiltração pela produção de poros no solo por ação das raízes, (Bertoni & Lombardi Neto, 1985).

Os valores de condutividade também variam conforme a profundidade, devido à diminuição da porosidade e aumento da densidade dos solos, mas o uso da terra repercute diretamente na diminuição das características de infiltração e na "consequente redução da recarga do sistema aquífero" Sousa (2013).

Francis (1990) *apud* Guerra (1999) destaca o efeito da cobertura vegetal sobre a infiltração em Murcia na Espanha, mostrando que em encostas intemperizadas sem vegetação, a taxa de infiltração variou de 60 a 174 mm/h, e nas encostas vegetadas com o mesmo tipo de solo a taxa variou de 138 a 894 mm/h.

Segundo Pott (2001), o conhecimento da relação solo/chuva é muito importante na escolha de um sistema de manejo adequado, o que favorece a minimização da erosão e a produtividade do solo. Cada solo apresenta uma característica em relação à infiltração, que "decresce com o tempo em função do umedecimento do perfil, assumindo um valor mínimo constante denominado de velocidade de infiltração básica (VIB)".

O conhecimento da condutividade hidráulica dos solos ou a sua capacidade de infiltração é muito importante, pois de acordo com as características físicas de cada tipo de solo, a infiltração da água de chuva se fará de forma e intensidade diferenciada, e isso repercutirá na capacidade do solo de favorecer a percolação da água até o lençol freático e na sua suscetibilidade à erosão.

> O processo de infiltração ocorre porque a água, da chuva ou da irrigação, na superfície do solo tem potencial total aproximadamente nulo e a água do solo tem potencial negativo, potencial este tanto mais negativo quanto mais seco estiver o solo. É estabelecido então, um gradiente de potencial total, que é a soma dos potenciais gravitacional e matricial. No início da infiltração, quando o solo está relativamente seco, o potencial matricial é relativamente grande em relação ao potencial gravitacional. (POTT, 2001. p.15).

Segundo Cabeda (1984) a taxa de infiltração de água no solo é isoladamente a propriedade que melhor reflete as condições físicas do solo, sua qualidade e estabilidade estrutural. Islan e Weill (2000) indicam a permeabilidade do solo à água como um atributo para avaliação da qualidade do solo, e Arzeno (1990) destaca a capacidade de infiltração de água no solo como um atributo eficaz para avaliação de manejos de solo.

A avaliação da condutividade hidráulica dos solos é também importante no trato com as condições de abastecimento do lençol freático. Uma vez conhecendo este fator, será possível aportar metodologias que favoreçam o planejamento do uso da terra no que diz respeito à potencialidade dos solos e do abastecimento de água subterrânea. Avaliar a condutividade hidráulica depende de alguns ensaios de infiltração no meio a ser testado, levando em consideração os domínios geológicos, geomorfológicos e pedológicos. Os ensaios de infiltração são classificados levando em consideração o:

> [...] diferencial de pressão exercido no meio, podendo ser positivo, quando se mede a quantidade de água efetivamente infiltrada do poço para o meio em determinado tempo (testes de infiltração ou rebaixamento); ou negativo, quando se determina a quantidade de água transmitida do aqüífero ao poço em dado intervalo de tempo (testes de bombeamento ou recuperação) (ABGE, 1996) *apud* Souza & Campos (2001).

Os métodos de ensaios mais comuns são o dos anéis concêntricos, e *Open and Hole,* sendo o primeiro, utilizado para medidas de infiltração superficial, e o segundo para avaliar infiltração em maior profundidade, sendo que ambos têm em comum a infiltração verticalizada, que auxilia na compreensão do comportamento da infiltração no abastecimento do lençol freático. Os experimentos de condutividade hidráulica em superfície utilizando o método dos anéis concêntricos consistem em dois anéis com diâmetros diferentes e em forma de cilindros, que são cravados no solo, apresentando um

compartimento interno e outro externo.

> A água infiltrada no solo a partir do compartimento externo apresenta uma tendência natural a fluir vertical e lateralmente. A saturação do solo nas porções imediatamente abaixo do compartimento externo permite que a água infiltrada a partir do compartimento interno infiltre predominantemente segundo o sentido vertical (ALMEIDA et al, 2006, p. 130).

O presente estudo visou medir a contribuição de um Latossolo Vermelho (substrato granítico) no abastecimento do lençol freático, fazendo isso através de ensaios de infiltração superficial e em profundidade denominados de ensaios de condutividade hidráulica dos solos.

2 . PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os experimentos de condutividade hidráulica dos solos foram realizados em superfície utilizando o método dos anéis concêntricos adaptado de (Almeida et al, 2006). A adaptação consistiu em construir os anéis com tubos de PVC, com diâmetros de 10 cm e 25 cm respectivamente, conforme metodologia adotada por Sousa (2013). A construção dos cilindros se deu por motivo de economia de água, já que os cilindros menores consomem menos água no campo.

O cilindro interno com 10 cm de diâmetro foi construído com 100 cm de altura, e o externo com diâmetro de 25 cm, foi construído com 30 cm de altura, os tubos foram cravados 7 cm no solo.

No cilindro interno foi adaptado um sistema com régua, construída a partir de uma fita métrica colada a uma tira de fórmica, contendo na sua base uma boia construída com isopor.

Na extremidade superior do cilindro interno, foi encaixado um suporte de madeira com uma fenda central, para que a régua pudesse correr livremente, conforme a água diminuía o seu nível, permitindo assim, a leitura da altura da água. O tempo de rebaixamento foi medido com uso de cronômetro. A Figura 1 mostra o sistema dos anéis concêntricos.

Figura 1. Infiltrômetro de duplo anel

Fonte: Sousa, 2013.

Os ensaios foram feitos medindo-se a altura das colunas de água do compartimento interno no tempo inicial (*To*) e final (*Tf*), tomando o intervalo de tempo decorrido entre as medidas realizadas.

Os valores de condutividade hidráulica verticais (kv) foram obtidos a partir da equação abaixo extraída de Santos e Silva (2006), que foi desenvolvida em planilha de cálculo com o uso do software Excel da *Microsoft.*

$$\mathbf{Kv}\ (m/s) = U \cdot I/t \cdot \ln ho/ht$$

Onde:

Kv = Condutividade hidráulica vertical do meio (m/s)
U = fator de conversão mm/min para m/s (1/60.000)
I - Profundidade de cravação do anel no solo (mm);
h0 - Coluna d'água inicial;
ht - Coluna d'água final ao tempo tf (mm ou cm)
t - Tempo decorrido para o rebaixamento entre h0 e ht (min).

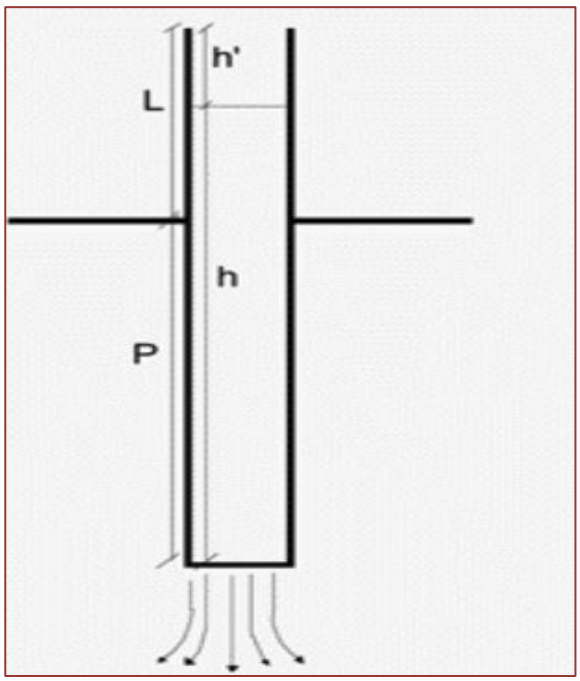
As medidas de condutividade hidráulica em profundidade foram tomadas utilizando o método *Open end Hole* (ABGE, 1996). O método citado é utilizado para obter valores de condutividades hidráulicas mais profundas, e consiste em um "conjunto de ensaios" com quatro furos verticais no solo em profundidades de 50, 100, 150 e 200 cm, perfurados com trado manual de 15 cm de diâmetro. Os furos foram revestidos com tubos de PVC de 100 mm que foram cheios de água até uma altura inicial (*ho*). A estimativa da condutividade hidráulica vertical foi realizada aplicando-se os valores obtidos na equação abaixo, através de planilha elaborada com auxílio do software Excel. A Figura 2 mostra o

esquema do sistema de infiltração *Open and Hole*.

$$K_v \text{ (m/s)} = 2{,}303 \times (R/4t) \times [log(h0/ht)]$$

Onde:
R - Raio interno do tubo (m);
h0 - Coluna d'água inicial;
ht - Coluna d'água final;
t - Tempo decorrido para o rebaixamento entre *h0* e *ht* (seg.).

Figura 2. Esquema do sistema *Open and Hole.*



Fonte: Sousa (2013)

Foram retiradas amostras indeformadas do solo para avaliação da porosidade total e da densidade do solo, e para isso, foram utilizados anéis volumétricos de 50 cm3 e um trado coletor onde os anéis são acoplados para coleta das amostras. A metodologia adotada foi a da Embrapa (1997), tanto para a porosidade quanto para a densidade do solo. As amostras indeformadas foram coletadas entre 0 e 20 cm e de 21 a 40 cm de profundidade. A Figura 3A mostra o trado com o cilindro acoplado para coleta de amostra e a 3B as amostras acondicionadas em campo para serem levadas ao laboratório.

Figura 3 A. Trado coletor

Figura 3 B. amostras acondicionadas

Fonte: Sousa (2013)

A densidade do solo é o resultado da massa adquirida de uma amostra de solo previamente seca em estufa, dividida pelo volume, adquirido de um anel com volume previamente conhecido. A fórmula utilizada para o cálculo está descrita a seguir.

$$Ds = ms/Vt$$

Onde:
Ds é a densidade do solo;
ms é a massa seca;
Vt= volume total do solo.

Com base no cálculo da densidade, foi calculada a porosidade total, utilizando a fórmula a seguir.

$$Pt = [1-(Ds.Dp).100]$$

Onde:
Pt é porosidade total;
Ds é a densidade do solo;
Dp é a densidade de partículas.

As amostras para determinação da textura do solo foram coletadas com trado coletor num total de três amostras em três pontos distintos a uma profundidade de 40 a 60cm.

Na análise textural dos solos foi utilizado o método do densímetro desenvolvido por Bouyoucos (1927) *apud* Kiehl (1979).

A determinação da densidade das partículas foi desenvolvida conforme metodologia descrita Blake & Hartge (1986) que usa como princípio de determinação da densidade de partículas do solo o volume de álcool etílico necessário para completar a capacidade de um balão volumétrico (50 ml), contendo amostra de solo seco em estufa.

Na determinação pesou-se 20g de solo seco em estufa. A massa de solo foi transferida para um balão volumétrico de 50 ml ao qual foi adicionado 25 ml de álcool etílico e a seguir feita uma agitação por 1 minuto e deixado em repouso por 20 minutos. Após este tempo foi completado o volume do balão. A equação utilizada para a determinação da densidade de partícula foi:

$$\boldsymbol{Dp} = a/(50 - b)$$

onde:
Dp – Densidade de partículas;
a - Peso da amostra seca a 105°C;
b – Volume de álcool gasto

As medidas da resistência do solo à penetração (RP) foram efetuadas a partir do ponto de coleta de amostra do solo onde foi estendida uma trena com abertura de 5 metros, e a cada 10 cm foi realizada uma determinação da RP até uma distância de 2 m. Foram realizadas 3 repetições em cada ponto com 20 determinações, totalizando 60 determinações (3 pontos x 20 determinações). A RP foi determinado com o uso de aparelho eletrônico (penetroLOG), no qual foi acoplado um aparelho de GPS (Global Position Sistem), para localização dos pontos. Os dados obtidos foram armazenados no Datalogger do aparelho e posteriormente analisados em gabinete. As medidas de RP, seguiram as recomendações da Embrapa (1997). A Figura 4 mostra o aparelho utilizado na determinação da RP.

Figura 4. Penetrômetro

Fonte: Sousa (2013)

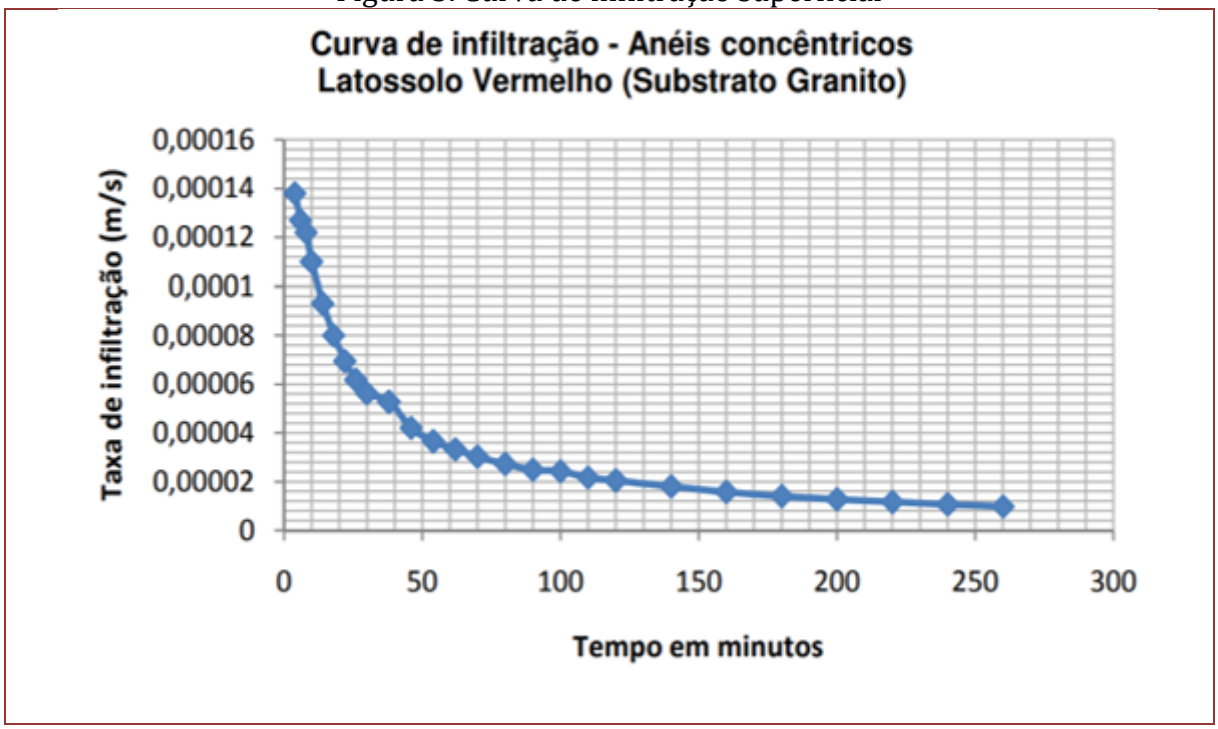
3 . RESULTADOS E DISCUSSÕES

O valor médio da condutividade hidráulica para o método dos anéis concêntricos foi de 3,76 x 10^{-6} considerado um valor moderado conforme dados de Almeida et al (2006), onde os valores de Kv para Latossolos Vermelhos do Estado de Goiás variam entre 10^{-4} e 10^{-7}, e mostra que o valor obtido é compatível com o intervalo obtido pelos autores. Os valores obtidos nas três amostras estão representados a seguir. A Figura 5 mostra a curva de infiltração superficial do solo avaliado.

Quadro 1. Amostras e valores de condutividade hidráulica superficiais.

Nº da amostra	Valor de kv (m/s)
1	9,85 x 10-6
2	1,76 x 10-5
3	9,84 x 10-6
Média	**3,73 x 10-6**

Figura 5. Curva de infiltração superficial



Fonte: Sousa (2013).

Os resultados de K_v obtidos pelo método O*pen and hole* que estão representados no quadro abaixo, apresentaram taxas de infiltração altas dentro dos padrões dos Latossolos Vermelhos, que segundo Almeida et al (2006) variam de 10^{-5} a 10^{-7}.

Quadro 2. Valores de condutividade hidráulica pelo método *open and hole*

Profundidade (cm)	Valor de Kv
50	2,37 x 10-5
100	1,30 x 10-5
150	1,04 x 10-5
200	1,04 x 10-5
Média entre profundidades	**1,44 x 10-5**

Quadro 3. Resumo das características físicas do solo

Latossolo Vermelho-Escuro, Substrato granito	Argila (%)	55,8
	Silte (%)	11
	Areia (%)	31,2
	Textura	Argilosa
	Cor	3/4 -2,5YR
	RP mínima (kPa)	1773
	RP máxima (kPa)	2160
	Densidade (kg/dm^{-3})	1,43
	Porosidade total (%)	49,5
	K_v sup. Média (m/s)	10-5
	K_v prof. Média (m/s)	10-6
	Densidade de partícula (kg/dm-3)	2,75

Fonte: Adaptado de Sousa (2013).

O solo avaliado apresenta textura argilosa. A RP ficou inferior a 2500 kPa, portanto não impeditiva ao desenvolvimento de raízes. A densidade do solo é considerada normal para solos argilosos em condições de degradação, que podem apresentar densidade da ordem de 1,45 $kg.dm^3$, conforme Torres e Saraiva (1999). A porosidade total é considerada alta e a densidade de partículas ficou ligeiramente acima da média geral dos solos, que é de 2,65 kg/dm^{-3}.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Latossolo Vermelho de origem granítica apresentou boa porosidade e permeabilidade, mesmo em profundidades maiores, inclusive é possível perceber pelos resultados obtidos, que há uma maior compactação do solo em superfície e que a permeabilidade melhorou conforme se aumentou a profundidade. Portanto é possível afirmar que este solo favorece a infiltração de água para o lençol freático uma vez que a sua permeabilidade varia de moderada a alta. Os testes também serviram para mostrar que os métodos utilizados são adequados para estudos ligados á relação solo/água no meio ambiente. Cabe ainda destacar que este solo necessita de melhores condições de manejo, o que melhoraria ainda mais a capacidade de infiltração da água e recarga do lençol freático.

REFERÊNCIAS

[1] ABGE. Ensaios de permeabilidade em solos - orientações para sua execução no campo. ***Boletim n°. 4***. In: Oliveira, A. M. S., Corrêa Filho, D. (Coords). São Paulo, 1996.

[2] ALMEIDA, L. de. et al. **Hidrogeologia do estado de Goiás e Distrito Federal**. Série geologia e Mineração nº 1. Goiânia-GO: Secretaria da Indústria e Comércio SIC, 2006.

[3] ARZENO, J. L. **Avaliação física de diferentes manejos de solos em Latossolo roxo distrófico.** Piracicaba, 1990. 259p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - ESALQ/USP.

[4] BARTH, F. T.; BARBOSA, W. E. S. **Recursos hídricos** (1999). Disponível em http://www.fcth.br/public/cursos/phd5028.html

[5] BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. – **Conservação do Solo**. Piracicaba/SP: Livroceres, 1985.

[6] CABEDA, M. S. Degradação física e erosão do solo. In: **Simpósio de Manejo do Solo e Plantio Direto no Sul do Brasil, 1º Simpósio de Conservação do Solo do Planalto, 3. 1984, Passo Fundo**. **Anais**. Passo Fundo: PIVCS e UPF - Faculdade de Agronomia, 1984. p.28-33.

[7] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

[8] GUERRA, J. T. & CUNHA, S. B. da – **Geomorfologia: Técnicas e Aplicações**. São Paulo: Bertrand Brasil, 1999.

[9] ISLAN, K, R.; WEIL, R. R. Soil quality indicator properties in mid-Atlantic soils as influenced by conservation management. **Journal of Soil and Water Conservation, Ankeny,** v.55, p.69-79, 2000.

[10] KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: relações solo – planta.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

[11] POTT, Cristiano André. **Determinação da velocidade de infiltração básica de água no solo por meio de infiltrômetros de aspersão, de pressão e de tensão, em três solos do estado de São Paulo.** (Dissertação de Mestrado). Campinas/SP: IAC, 2001.

[12] MENEZES, J. P. C. de. **Influência do uso e ocupação da terra na qualidade da água subterrânea e sua adequação para consumo Humano e uso na agricultura**. (Dissertação de mestrado). Porto Alegre/RS: UFES, Centro de Ciências Agrárias, 2012. 81.p

[13] TORRES, E. & SARAIVA, O. F. – **Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina, EMBRAPA, 1999. 58 p. (circular técnica).

[14] SOUSA, F. A. de. **A contribuição dos solos originados sobre granitos e rochas alcalinas na condutividade hidráulica, na recarga do lençol freático e na suscetibilidade erosiva – um estudo de caso na alta bacia hidrográfica do Rio dos Bois em Iporá-GO.** (tese de doutorado). Uberlândia: UFU/IG, 2013. 207p.

Capítulo 3

A gestão de resíduos sólidos em Iporá-GO: das inúmeras violações a Lei ao possível Estado de Coisas Inconstitucional

Marcello Rodrigues Siquera

Doutor em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (UFRJ). Professor efetivo da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Unidade Universitária de Iporá-GO.

Hellena Rodrigues Floresta e Siqueira

Especialista em Direito Educacional e Trabalhista Educacional (FACUMINAS).

Resumo: Este trabalho trata da gestão de resíduos sólidos em Iporá-GO no período compreendido entre 2010 e 2024. A escolha do tema se justifica porque há um quadro de violação massiva e generalizada das normas e metas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidas (PNRS) instituída por meio da Lei n. 12.305/2010. Daí o problema de pesquisa: como tem sido realizado o descarte de resíduos sólidos no município de Iporá-GO após a instituição da PNRS? A hipótese é que o descarte dos resíduos sólidos tem sido realizado de forma irregular, infringindo tanto as normas e parâmetros de tratamento nacional e estadual quanto municipal. As irregularidades vão desde a manutenção de um verdadeiro "lixão" nas proximidades do centro urbano ao flagrante desrespeito às leis. Nesse sentido, o objetivo geral é investigar acerca da gestão de resíduos sólidos no município e, mais especificamente, analisar as principais políticas e ações que têm norteado a temática em questão e propor possíveis soluções para o enfrentamento do problema. Metodologicamente, optou-se por uma pesquisa teórico-empírica de raciocínio dedutivo e jurídico-sociológico realizada a partir de análises bibliográficas, normativas e de legislações publicadas na esfera federal, estadual e municipal. Quanto à fundamentação teórica, destacam-se os trabalhos de Siqueira e Floresta (2018), Telles (2022), Silva e Capanema (2019), Acosta (2016) e outros. Enfim, os resultados comprovam a hipótese inicial.

Palavras-chave: Gestão; Resíduos Sólidos; Violações à Lei; Estado de Coisas Inconstitucional; Iporá-GO.

1. INTRODUÇÃO

A Cúpula de Líderes do G20 está agendada para os dias 18 e 19 de novembro de 2024 no Rio de Janeiro e o desenvolvimento sustentável é uma das prioridades. Afinal, "hoje, 38% dos resíduos no mundo ainda não tem uma destinação correta" (G20 Brasil, 2024).

De acordo com Adalberto Maluf, secretário de Meio Ambiente Urbano e Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas do Brasil (MMA),

> [...] as discussões estão alinhadas a nível global pela criação do critério de promoção de design de produtos e redução dos materiais que não podem ser reciclados para aumentar a circularidade dos produtos do ponto de vista técnico e biológico. **A proposta é impactar governadores e prefeitos dos países-membros do G20 para executar políticas públicas de gestão de resíduos sólidos** (Maluf *apud* G20 Brasil, 2024 – Grifo nosso).

Neste cenário, em que a conscientização ambiental está em alta, as cidades brasileiras têm intensificado seus esforços para se transformarem em exemplos de sustentabilidade e limpeza urbana. Assim, tais iniciativas têm sido avaliadas por meio de métricas, como o Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU), que analisa o quão limpa e sustentável é uma cidade, classificando-a em uma escala de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, melhor é o desempenho da cidade em termos de limpeza urbana. Trata-se de uma ferramenta estatística que tem como principal objetivo mensurar o grau de aderência dos municípios brasileiros às diretrizes e metas da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei n. 12.305/2010 (Abrema; PwC, 2023, p.4).

Entretanto, foi possível verificar que grande parte dos municípios ainda não se adequaram à legislação vigente e nenhum município se situa na faixa de pontuação mais alta do ISLU. Assim, acredita-se que o Brasil dificilmente alcançará os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)[1]

> Os resultados do ISLU 2023 demonstram que o Brasil ainda está distante da consecução das metas dos ODS ligadas à gestão de resíduos sólidos. **As estimativas apontam que nenhuma região conseguirá alcançar a meta 11.6 do ODS até 2030.** Quanto à meta de reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, da própria redução, da reciclagem e do reuso (ODS 12.5) igualmente até 2030, novamente nenhuma região conseguirá atingir a meta, evidenciando que, sem o incremento das medidas estruturantes estabelecidas no novo marco legal de saneamento, a tendência é de que demoraremos muitos anos para atingir os ODS (Abrema, 2023, p. 33 – Grifo nosso).

[1] Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que possamos atingir a Agenda 2030 no Brasil. Para saber mais, acesse: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs

Quanto ao munícipio de Iporá-GO, não foi possível verificar sua pontuação no ISLU 2023[2], mas sua pontuação pode ser aferida no ISLU 2022 (Cf. Tabela 1). É importante observar que cada letra indica uma dimensão. Assim, "E" indica o engajamento do Município; "S" indica a sustentabilidade financeira; "R" indica a recuperação de recursos coletados; "I" indica impacto ambiental; ao final, se tem a "Nota" alcançada pelo município. Dessa forma, a nota 0,310 do ISLU do município de Iporá-GO encontra-se na faixa "muito baixa" (pontuação até 0,499) conforme o Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana (Abrema, 2023, p. 64)

Tabela 1: Pontuações do Município de Iporá-GO no ISLU (2022)

Ano	"E"	"S"	"R"	"I"	Nota
2022	0,806	0,000	0,000	0,263	0,310

Fonte: Abrema; PwC, 2023, p. 63.

Com certeza, este quadro é preocupante e um grande desafio para os gestores públicos, empresários e a sociedade iporaense em geral. E a Universidade Estadual de Goiás tem muito a contribuir mobilizando a comunidade civil e acadêmica em busca de novas soluções para a problemática que ora se apresenta. Afinal, como tem sido realizado o descarte de resíduos sólidos no munício de Iporá-GO após a instituição da PNRS?

A hipótese é de que o descarte dos resíduos sólidos tem sido realizado de forma irregular, infringindo tanto as normas e parâmetros de tratamento nacional e estadual quanto municipal. As irregularidades vão desde a manutenção de um verdadeiro "lixão" nas proximidades do centro urbano ao flagrante desrespeito às leis.

Assim, objetivo geral é investigar acerca da gestão de resíduos sólidos no município brasileiro de Iporá-GO no período compreendido entre 2001 e 2024 e, mais especificamente, analisar as principais políticas e ações que têm norteado a temática em questão e propor possíveis soluções para o enfrentamento do problema.

Para tanto, optou-se por realizar uma pesquisa teórico-empírica a partir de diversas fontes, primárias e secundárias, bibliográficas, documentais e eletrônicas. Dentre os principais referenciais teóricos que fundamentam esta pesquisa, destacam-se: Siqueira e Floresta (2018), Telles (2022), Silva e Capanema (2019), Acosta (2016) e outros.

[2] O Índice de Sustentabilidade e Limpeza Urbana de 2023, diferentemente de suas edições anteriores, dessa vez foi elaborado por meio de uma cooperação técnica entre a PwC e a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (Abrema) e apresentou apenas os dados dos municípios mais bem pontuados com população acima de 250 mil habitantes. De acordo com o IBGE, a população de Iporá-GO, em 2022, era de 35.684 pessoas.

2. DAS INÚMERAS VIOLAÇÕES A LEI

Durante 19 anos, o Projeto de Lei n. 203/91 tramitou na Câmara dos Deputados, sendo finalmente aprovado e convertido na Lei n°. 12.305 de 2 de agosto 2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (Brasil, 2010).

De acordo com Silva e Capanema (2019, p. 181), com princípios legais alinhados com o que há de mais avançado em outros países, o texto foi um marco importante no setor. Primeiramente, o capítulo 1, "Do Objeto e do Campo de Aplicação", estabelece que estão sujeitas à observância dessa lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos, e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Dos objetivos do art. 7° da PNRS destaca-se o inciso II que trata da não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Ou seja, primeiramente deve ser feita a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes e somente depois os rejeitos devem ser direcionados a aterros sanitários, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (Brasil, 2010).

Além disso, a lei abrange todas as classes de resíduos sólidos e define em seu art. 3°, inciso XI, um conceito moderno e avançado de gestão de resíduos, com instrumentos que preveem a hierarquização das atividades e a prioridade em prevenção e redução de resíduos.

> Art. 3°, XI – Gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável; (Brasil, 2010).

Conforme Telles (2022, p. 36), os termos gestão e gerenciamento são regularmente utilizados como sinônimos. Mas, quando se trata de resíduos sólidos, tais termos exigem atenção porque são diferentes. De acordo com o referido art. 3°, XI, da PNRS, a gestão tem como objetivo a minimização da produção de rejeitos devendo seguir uma ordem de

prioridades que começa pela não geração, passa pela redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, após esgotadas todas essas possibilidades, restaria apenas a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Já o termo gerenciamento está previsto no art. 3°, X, da PNRS, que diz:

> X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei; (Brasil, 2010).

Ou seja, a gestão de resíduos sólidos envolve a parte estratégica. A tomada de decisão de quais serão os princípios, as diretrizes e as metas. E o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) diz respeito aos aspectos práticos e operacionais, levando em consideração as condições de cada realidade. Ambos são necessários para cumprir o objetivo de alcançar uma destinação e disposição final adequada dos resíduos.

Portanto, quando se fala de gestão integrada e compartilhada de resíduos sólidos, cabe esclarecer que se trata de uma abordagem sustentável que visa reduzir o impacto ambiental dos resíduos, através de ações coordenadas que envolvem a participação de vários atores: órgãos governamentais, empresas, cooperativas de reciclagem, catadores e sociedade em geral.

Dentre os vários atores que compõem a gestão integrada e compartilhada de resíduos sólidos, destaca-se o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente – CODEMA. Isto porque é órgão colegiado, de gestão democrática participativa, integrante do sistema municipal de meio ambiente, investido de caráter consultivo, deliberativo e normativo. Tem como objetivos básicos as análises, aprovações, implantações, e acompanhamento de projetos de impacto ambiental local, conforme legislação vigente e está encarregado de assessorar o poder público municipal em assuntos referentes à proteção, à conservação, à defesa, ao equilíbrio ecológico, à melhoria do meio ambiente e ao combate às agressões ambientais.

O art. 8° da Lei n°. 1.548, de 06 de setembro de 2013, que dispõe sobre o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Iporá, estabelece que "o exercício das funções de membros do Conselho será gratuito por se tratar de serviço de relevante interesse público". No entanto, cabe observar que os membros do CODEMA embora não sejam concursados são equiparados aos funcionários públicos nos termos do artigo 327 do Código Penal.

> Art. 327 - **Considera-se funcionário público, para os efeitos penais, quem, embora transitoriamente ou sem remuneração, exerce cargo, emprego ou função pública.**
>
> § 1º - Equipara-se a funcionário público quem exerce cargo, emprego ou função em entidade paraestatal, e quem trabalha para empresa prestadora de serviço contratada ou conveniada para a execução de atividade típica da Administração Pública. (Incluído pela Lei nº 9.983, de 2000) (Brasil, 1940 – Grifo nosso).

Neste caso, registre-se também que a administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 19, de 1998).

E ainda, segundo a Lei do Processo Administrativo serão observados, entre outros, os critérios de atuação conforme a lei e o Direito em atendimento a fins de interesse geral, vedada a renúncia total ou parcial de poderes ou competências, salvo autorização em lei (art. 2º, parágrafo único, I e II, da Lei n. 9.784/99).

Nesse sentido, para que o servidor público possa satisfazer as necessidades sociais mediante o emprego dos recursos adquiridos pela administração pública, lhe foi conferido uma série de instrumentos capacitores de sua atuação pública, estes denominados como poderes administrativos. A saber: o poder hierárquico, o poder disciplinar, o poder regulamentar, o poder de polícia, o poder vinculado e o poder discricionário.

A Lei Orgânica do Município de Iporá estabelece em seu art. 153 que o ente federativo, com a colaboração da comunidade, tomará todas as providências necessárias para: “I - Proteger a fauna e a flora, assegurando a diversidade das espécies e dos ecossistemas, de modo a preservar, em seu território, o patrimônio genético”. É por isso que o legislador prescreveu no artigo seguinte a criação do CODEMA: “fica criado o Conselho de Defesa do Meio Ambiente, órgão deliberativo, consultivo e traçador da política ambiental do Município” (Iporá, 1990).

De acordo com Siqueira e Floresta (2018), não há dúvidas de que a criação da SEMMADES e a ativação do CODEMA significaram grande avanço para a gestão ambiental em Iporá-GO. Mas, é preciso avançar ainda mais. Incialmente, sugere-se proceder uma profunda revisão da legislação local, a começar pelo Plano Diretor, Lei Complementar 08/2008, porque está desatualizado e em desacordo com o Estatuto da Cidade.

> Art. 40. O plano diretor, aprovado por lei municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.
> § 1º O plano diretor é parte integrante do processo de planejamento municipal, devendo o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual incorporar as diretrizes e as prioridades nele contidas.
> § 2º O plano diretor deverá englobar o território do Município como um todo.
> **§ 3º A lei que instituir o plano diretor deverá ser revista, pelo menos, a cada dez anos.**
> § 4º No processo de elaboração do plano diretor e na fiscalização de sua implementação, os Poderes Legislativo e Executivo municipais garantirão:
> I – a promoção de audiências públicas e debates com a participação da população e
> de associações representativas dos vários segmentos da comunidade;
> II – a publicidade quanto aos documentos e informações produzidos;
> III – o acesso de qualquer interessado aos documentos e informações produzidos (BRASIL, 2001 – Grifo nosso).

Cabe observar também que, conforme o art. 54, IV, da Lei 12.305/2010, Iporá-GO teria até 02 de agosto de 2024 para implantar a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

> Art. 54. A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deverá ser implantada até 31 de dezembro de 2020, exceto para os Municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira, nos termos do art. 29 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para os quais ficam definidos os seguintes prazos: (...) **IV - até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010** (Brasil, 2010 – Grifo nosso).

Mas, apesar da previsão legal, a disposição dos resíduos sólidos no município de Iporá-GO continua sendo realizada de forma irregular configurando um verdadeiro "lixão a céu aberto" causando a poluição da água, do ar e do solo, além de criar um ambiente propício para a proliferação de macro e micro vetores causadores de doenças (Cf. Siqueira, 2019). Portanto, acredita-se que o descarte inadequado dos resíduos sólidos e a falta de políticas públicas efetivas por parte do Executivo têm afetado negativamente a fauna e flora locais, além da qualidade de vida dos iporaenses.

Acrescente-se ainda que um dos problemas crônicos verificados no lixão de Iporá-GO diz respeito aos incêndios constantes e recorrentes. Tanto é que foi possível registrar mais um destes episódios no dia 01/06/2024. São diversas as notícias negativas a respeito das possíveis doenças causadas pela fumaça tóxica que paira sobre a cidade, proveniente dos constantes incêndios no lixão de Iporá[3], sem contar as inúmeras

[3] REDE DIOCESANA. **Sofrimento sem fim:** Transtornos em Iporá, Goiás, causados pelo lixão local desencadeiam preocupações e debate. Rede Diocesana de Rádio - Diocese de São Luís de Montes Belos, 2023. Disponível em: https://redediocesana.com/transtornos-em-ipora-goias/. Acesso em 08/11/23.

denúncias sobre "infestação de moscas"[4] provenientes do lixão e, por vezes, da própria precariedade da limpeza pública.

Além disso, o lixão faz divisa com a Fazenda Santa Marta, cuja nascente fica a aproximadamente 260,94 m (856,09 pés). Segundos estudos o chorume originado pelo lixo, um líquido escuro e tóxico, pode contaminar o solo e alcançar os lençóis freáticos, contaminando também as águas subterrâneas (Douglas, 2021).

Informa-se ainda que a ideia inicial era construir um aterro sanitário, mas o projeto nunca foi plenamente executado e, frequentemente, o lixão tem sido erroneamente denominado de aterro sanitário ou aterro controlado nas mídias sociais[5], discursos oficiais do governo[6] e até em trabalhos acadêmicos[7].

Segundo o art. 55 da Lei nº 12.305/10, cabem aos estados e municípios elaborarem os planos estadual e municipal de resíduos sólidos, respectivamente, como condição para terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. Neste aspecto, também se verificou que grande parte dos municípios brasileiros ainda não elaboraram seus planos e não se adequaram a legislação vigente.

Em relação ao município de Iporá, o plano existe. Trata-se da Lei Municipal n° 1.520, de 01 de novembro de 2012, que instituiu o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Iporá (PMGIRS) e dá outras providências. Entretanto, o nível de abrangência deste plano é muito limitado, pois está restrito ao próprio município e a área urbana, e não contempla soluções consorciadas

[4] MACCAGNAN, Douglas Henrique Bottura. **Infestação de moscas urbanas:** um problema de saúde pública. Iporá: Oeste Goiano, 2023. Disponível em: https//oestegoiano.com.br/meio-ambiente/infestacao-de-moscas-em-ipora-pode-ser-devido-lixo-diz-biologo/. Acesso em:09/11/23

[5] OESTE GOIANO. **Aterro Sanitário de Iporá transforma-se em lixão. Está horrível!!!** Publicado em 2015. Disponível em: https//oestegoiano.com.br/meio-ambiente/aterro-sanitario-de-ipora-transforma-se-em-lixao-esta-horrivel/. Acesso em: 22/05/23

[6] PREFEITURA MUNICIPAL DE IPORÁ-GO. **Incêndio Criminoso no Aterro Sanitário Municipal.** Disponível em: https// ipora.go.gov.br/incendio-criminoso-no-aterro-sanitario-municipal/. Acesso em: 22/05/23

[7] MOURA, Aparecido Pedro Ivo da Silva; RODRIGUES, Ivair Queiroz; ROMA, Renata Macedo Lopes. Avaliação da Atual Situação do Aterro Controlado de Iporá, Goiás – Brasil. **Revista Sapiência:** sociedade, saberes e práticas educacionais – UEG/Câmpus de Iporá, v.4, n. 1, p. 03-17, jan/jun -2015. Disponível em: https//www.revista.ueg.br/index.php/sapiencia/article/view/2922. Acesso em: 22/05/23

intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal. Portanto, a inobservância do art. 18, § 1˚, inciso I, da PNRS, tem limitado o acesso aos recursos da União.

3. POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Existe uma crença equivocada de que a única solução, para se avançar em relação a gestão de resíduos em cumprimento à PNRS, seria a implantação de aterros sanitários. Mas, de acordo com Schoenell e Duarte (2023, p. 27), a lei não exige que cada município tenha um aterro sanitário individual, e sim que destine os rejeitos para um aterro sanitário, podendo este ser localizado em outro município, ser privado ou público ou ainda pertencer e/ou ser gerido por um consórcio público de municípios.

Silva e Capanema (2019, p. 188), por sua vez, afirmam que um aterro sanitário só tem viabilidade econômica para municípios com população acima de 200 mil habitantes, o que não é o caso de Iporá-GO. Desta forma o § 2º do art. 54 da PNRS estabelece que nos casos em que a disposição de rejeitos em aterros sanitários for economicamente inviável, poderão ser adotadas outras soluções. Sendo assim, para aumentar os ganhos de escala, incentiva-se a formação de consórcios entre municípios pequenos para a construção de aterros, permitindo melhores condições financeiras para sustentabilidade e operação dessas instalações.

> Art. 8° - São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros: (...) XIX - o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos (Brasil, 2010).

No que tange à temática dos consórcios, são regidos pelas normas da Lei Federal n°. 11.107/2005 e configuram como a principal forma de prestação regionalizada dos serviços de saneamento e possuem prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelo Governo Federal.

> Art. 45. Os consórcios públicos constituídos, nos termos da Lei no 11.107, de 2005, com o objetivo de viabilizar a descentralização e a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos, têm prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelo Governo Federal (Brasil, 2010).

Para Iporá-GO que conta com uma população de 35.000 mil habitantes, aproximadamente, a gestão de resíduos sólidos urbanos por meio de consórcios públicos com os municípios vizinhos, não só teria vantagens no campo gerencial, como também uma série de benefícios sociais e ambientais. No campo gerencial destaca-se:

> (1) agilizam a execução de projetos, barateiam custos e atendem mais direta e adequadamente às demandas locais e regionais; (2) são instrumentos de descentralização de recursos técnicos e financeiros; (3) garantem maior cooperação, maior descentralização e mais prestígio para os municípios; (4) possibilitam ganhos de escala, melhoria da capacidade técnica, gerencial e financeira de grupos de municípios; (5) permitem alianças em regiões de interesse comum, como bacias hidrográficas ou em espaços regionais e territórios, melhorando a prestação dos serviços públicos colocados à disposição dos cidadãos e; (6) contribuem para a transparência das ações das esferas de poder envolvidas e para a racionalização e otimização na aplicação dos recursos públicos (Moraes, 2012, p. 1174).

E quanto aos benefícios ambientais e sociais, podem ser arrolados:

> a) economia no processo de captação e tratamento de água para abastecimento das cidades, pois o recurso não estará contaminado pelo chorume emanado dos lixões; b) economia de recursos naturais, através da reciclagem dos materiais triados; c) melhoria da qualidade de vida dos catadores que trabalham nos lixões, porque com a criação de um consórcio estes indivíduos poderão se organizar em cooperativas, trabalhando em locais salubres e com equipamentos adequados; entre outros. (Moraes, 2012, p. 1176).

Entretanto, há questões políticas e financeiras a serem superadas para que esse tipo de arranjo funcione. De acordo com Silva e Capanema (2019, p. 188), desavenças políticas entre os gestores, falta de alinhamento no rateio de despesas entre os municípios, dificuldade na formalização de acordos intermunicipais e inadimplemento são alguns dos obstáculos para que os consórcios se efetivem.

Alguns autores ainda consideram que a falta de avanço na regularização da PNRS se deve ao alto custo do processo de operação aliado à falta de receita destinada ao setor. Por exemplo, para Silva e Capanema (2019),

> A maioria dos municípios no país não pratica cobrança de taxa ou tarifa para custear os serviços. Dessa forma, **o problema começa com a falta de viabilidade financeira para gestão de resíduos sólidos**, o que, por consequência, reflete-se na proliferação de lixões pelo país. Ressalte-se que a legislação já prevê essa cobrança, mas as prefeituras, muitas vezes, preferem não implantá-la por questões políticas (Silva; Capanema, 2019, p. 183 – Grifo nosso).

De fato, as projeções do Panorama 2023 indicam que, em 2022, as despesas dos municípios com limpeza urbana tenham girado em torno de R$ 29,2 bilhões, com a região Sudeste sendo responsável por 55% desse total (Abrema, 2023, p. 28). Mas, conforme Schoenell e Duarte (2023, p. 30), o financiamento dos serviços de manejo de RSU e limpeza pública urbana podem contar com vários instrumentos econômicos e fontes de recursos, destacando-se: cobrança pela prestação do serviço de manejo de RSU; recursos federais e dos Estados, inclusive provenientes de emendas parlamentares; recursos do orçamento municipal; receitas acessórias e complementares; e ICMS Ecológico.

De acordo com o art. 29 do novo marco de saneamento básico, Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções (Brasil, 2020).

Deste modo, a cobrança da limpeza urbana e *manejo de resíduos sólidos*[8] pode ser realizada, segundo o art. 29, II, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, conforme o regime de prestação do serviço ou das suas atividades (Brasil, 2020). Sendo assim, para proposição do instrumento de cobrança ou adequação dos instrumentos existentes, os gestores precisam seguir a Norma de Referência da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) 1/2021, aprovada pela Resolução ANA 79/2021, sendo esta, uma das condições para os municípios acessarem os recursos federais vinculados ao saneamento básico.

Frise-se ainda que, conforme o § 2º, do art. 29, no processo de implementação da cobrança, faz-se necessário respeitar a capacidade de pagamento dos usuários, sendo admitida a cobrança/tarifa social e mesmo a isenção para famílias em situações de extrema vulnerabilidade socioeconômica.

No município de Iporá foi instituída a Taxa de Manejo de Resíduos Sólidos - TMRS, definida no Art. 236, I, do Novo Código Tributário (Lei complementar Nº 1/2023). Importante destacar que conforme o parágrafo único do art. 238 do novo código tributário, a TMRS será devida anualmente pela prestação dos serviços de coleta, remoção e destinação de resíduos sólidos conforme a base de cálculo organizada em 5 categorias: residencial, comercial e serviços, industrial, pública e filantrópica.

Em relação a coleta seletiva, segundo o art. 3°, inciso V, da PNRS, é entendida como a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição (Brasil, 2010). Em vários momentos a Lei N° 12.305/2010 destaca sua relevância e afirma que cada município deve implementar o seu próprio Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS) e, a partir disso, colocar a operação da coleta seletiva sob responsabilidade, preferencialmente, das cooperativas de catadores. (Telles, 2022, p. 40).

[8] O manejo de resíduos sólidos urbanos compreende as atividades de coleta, transbordo (transferência), transporte, triagem para fins de reutilização ou reciclagem, tratamento, inclusive por compostagem, e destinação e disposição final dos resíduos sólidos urbanos (Schoenell; Duarte, 2023, p. 31).

> Art. 18. A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. (Vigência) § 1° Serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no caput os Municípios que: (...) II - implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda (Brasil, 2010).

Entretanto, conforme os dados obtidos no Panorama Nacional de Resíduos Sólidos 2023, o Brasil ainda está em fase inicial de implementação da coleta seletiva *porta a porta*[9] nos sistemas de gestão municipal de resíduos sólidos (Abrema, 2023, p. 24). Dos 4.900 municípios participantes do Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (SNIS, 2022), somente 1.567 municípios forneceram dados referentes à existência ou não de coleta seletiva porta a porta e quando observada a média da população urbana atendida, por município, esta coleta alcança apenas 14,7% dos habitantes. Portanto, na maioria dos municípios brasileiros os resíduos recicláveis secos ainda estão incluídos na coleta indiferenciada (convencional).

Quanto a Iporá-GO, em fevereiro de 2022, foi sancionada a Lei nº 1.825/2022, que institui e regulamenta o Programa Municipal de Coleta Seletiva e dá outras providências. Dentre seus principais artigos, destaca-se o art. 4°:

> Art. 4° - O Município de Iporá - GO designará área especial para recebimento dos resíduos sólidos coletados, de acordo com esta Lei. § 1º A área de que trata o caput deste artigo deverá encontrar-se em condições para o acondicionamento, o manuseio e a comercialização dos resíduos sólidos recebidos. § 2º O Município incentivará a implantação de cooperativas ou associações de reciclagem na área visando agregar valores, gerar empregos e renda. Cabe aos órgãos e entidades municipais, observadas normas e procedimentos previstos nessa lei, assegurar. § 3º O município deverá manter parcerias com as associações já existentes e as que serão criadas a partir desta Lei (Câmara Municipal de Iporá, 2022).

Todavia, o município de Iporá-GO ainda não possui cooperativa de catadores, apenas a Associação dos Trabalhadores em Reciclagem de Lixo da Cidade de Iporá (Atrec). Conforme Maas e Neves (2023, p. 557) a diferença fundamental entre elas é a finalidade sendo que a associação não tem fins lucrativos, busca realizar objetivos comuns, superar dificuldades e gerar benefícios (não necessariamente econômicos) para um determinado

[9] As formas mais comuns de coleta seletiva são: porta a porta, os Pontos de Entrega Voluntária (PEV) e os Ecopontos. Das três formas, o sistema mais utilizado, segundo Mirandas e Mattos (2018, p. 10), é a coleta porta a porta, na qual tem grande importância econômica e social a figura do catador que atua no importante serviço de coleta dos materiais a serem trabalhados, em cooperativas, associações ou mesmo em empresas.

grupo enquanto a cooperativa é uma entidade essencialmente econômica, que nasce para viabilizar o negócio dos cooperados junto ao mercado.

> Rodríguez (2012) afirma que os catadores encontraram, nas estratégias econômicas coletivas, uma alternativa para "seguir em frente". Para Calderoni (2011), a organização dos catadores em associações/cooperativas permite a melhoria da renda em comparação ao trabalho tradicional de catação de rua e fortalece as negociações com indústrias/intermediários que compram o material reciclável. Ao se associarem, os catadores passam a trabalhar em galpões estruturados para a separação dos resíduos e em tarefas de pré-beneficiamento dos materiais (Maas; Neves, 2023, p. 557).

Telles (2022), por sua vez, afirma que as cooperativas contribuem para a economia local por meio da geração de renda para os cooperados e para os empregos indiretos gerados pela compra de produtos e utilização de serviços. Já no âmbito ambiental, as cooperativas de coleta e reciclagem de resíduos reduzem todos os impactos ambientais negativos vinculados à má destinação dos resíduos sólidos.

> As cooperativas auxiliam na extensão do ciclo de vida produtos e embalagens por meio da coleta, separação e fornecimento de matéria-prima secundária para a indústria. De forma indireta, as cooperativas também colaboram para a saúde pública, o sistema de saneamento e a diminuição da necessidade de construção de mais aterros sanitários. Além disso, contribuem para a redução da extração de recursos naturais e facilitam programas de logística reversa de empresas, que buscam a recuperação de produtos recicláveis (Telles, 2022, p. 40).

Entretanto, não é fácil transformar uma associação em cooperativa, sendo necessário auxílio e capacitação dos trabalhadores bem como a oferta de materiais, equipamentos e infraestrutura de operação, como o galpão de triagem (Maas; Neves, 2023, p. 563). Além disso, outro grande problema diz respeito a realização de parceria com as prefeituras.

> [...] um problema enfrentado por associações mais antigas e que, mesmo as novas já vivenciam: a troca de prefeitos. Os contratos das associações/cooperativas com as prefeituras são flexíveis e não obrigatórios, o que resulta em constante ameaça. As mudanças de prioridades e da figura do(a) chefe do executivo municipal não raro é citado como um problema para a continuidade das parcerias (Maas; Neves, 2023, p. 563).

Em 2018, os professores da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Dr. Marcello Rodrigues Siqueira e Ma. Suzana Rodrigues Floresta, desenvolveram um projeto de extensão sobre Educação Ambiental em atendimento a Lei n° 9.795/99. Este curso estava voltado para a questão dos resíduos sólidos urbanos no município de Iporá tendo como público-alvo, especificamente, os catadores e catadoras de materiais recicláveis. Foram trabalhados temas relacionados aos resíduos sólidos por meio de uma abordagem jurídica, histórica e empresarial. Na ocasião, os catadores e catadoras relataram as dificuldades em estabelecer parcerias com a Prefeitura de Iporá e também reclamaram da

falta de apoio para se criar uma cooperativa.

Quanto a compostagem, conforme a Confederação Nacional de Municípios (CNM), está incluída na ordem de prioridade da gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos, estabelecida no art. 9° da PNRS. Esta Lei impõe que somente rejeitos devem ser dispostos adequadamente em aterros sanitários. Entretanto, "muitos resíduos orgânicos, os quais possuem alternativas de tratamento, têm como destino final os aterros" (CNM, 2022, p. 2).

A compostagem é uma forma de tratamento/reciclagem dos resíduos orgânicos. Os resíduos utilizados neste sistema passam por um processo de transformação com alteração de suas propriedades, visando à transformação em insumos ou novos produtos.

> [...] é uma forma de tratamento biológico de resíduos orgânicos, em que ocorre uma transformação da matéria orgânica biodegradável por via aeróbia (com a presença de oxigênio) em água, dióxido de carbono (CO2), energia e matéria orgânica compostada. Este é um método seguro, eficaz e econômico que possibilita um destino correto para a fração biodegradável dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (Schoenell; Duarte, 2023, p. 25).

Deste modo, de acordo com o art. 36, inc. V, da PNRS, no âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, é de competência municipal a implantação de um sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos (Brasil, 2010).

Em 2022, a Confederação Nacional dos Municípios (CNM) elaborou a Nota Técnica N°09/2022, que trata sobre a compostagem e seus métodos de aplicação[10] que devem ser considerados com base nas peculiaridades locais e regionais para que se adéque à realidade local. Assim, destaca-se que os benefícios da realização da compostagem nos municípios são tanto para ampliar a vida útil de aterros sanitários, como para geração de um novo produto (composto), e principalmente para redução de gasto público com coleta, transporte, transbordo e disposição final de resíduos orgânicos.

> Quando aplicado o tratamento dos resíduos orgânicos através da compostagem, seja a caseira ou através de um sistema de coleta e envio de resíduos para centrais de compostagem, há uma redução significativa dos custos públicos com coleta, transporte, transbordo e disposição final dos resíduos orgânicos, os quais representam em média mais de 50% do que é gerado pela população. A própria verba economizada neste contexto pode ser utilizada para fins de educação ambiental focada na implantação de compostagem caseiras ou ainda na compra e distribuições de sistemas de compostagem caseira (CNM, 2022, p.16).

[10] Alguns métodos apresentados na Nota Técnica N° 09/2022 são: Aeração natural (window); Aeração forçada (static pile); Reator Biológico (in-vessel); e o Método UFSC: leiras estáticas com aeração passiva. Para saber mais acesse: https://www.cnm.org.br/biblioteca/exibe/5057.

Contudo, poucos são os municípios que realizam a compostagem de fato, e menos de 1% dos resíduos orgânicos gerados pela população brasileira estão tendo como destino a compostagem (CNM, 2022, p. 16). No caso de Iporá-GO, não foi registrada nenhuma prática de compostagem.

Outra forma para o aproveitamento energético proposto na PNRS é o processo de tratamento térmico que reduz a massa e o volume dos resíduos possibilitando a geração de energia durante sua combustão. Conforme Telles (2022, p. 37) os processos de tratamento térmico podem ser, fundamentalmente, de dois princípios: sem combustão e com combustão (Incineração, Co-incineração e Incineração em Cimenteiras são os mais utilizados).

De acordo com Cabral (2022, p. 86), além do tratamento térmico beneficiar o meio ambiente com a redução do volume de resíduos sólidos e reduzir a emissão de poluentes, este tratamento possibilitaria a obtenção de receita financeira, estimadas em R$ 2,5 bilhões anualmente com previsão de custo para implantação em 0,7 bilhões ao ano durante 15 anos (Cabral, 2022, p. 86). Sendo assim, apesar do alto custo de implantação a longo prazo a instalação de uma usina de aproveitamento térmico poderia ser muito mais benéfica se manejada de maneira correta.

Enfim, há muito a ser feito para cumprir com os preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Neste tópico foram apresentadas algumas práticas que poderiam contribuir para a diminuição do RSU e gerar outros benefícios.

4. O ESTADO DE COISAS INCONSTITUCIONAL

Em 04/10/2023, conforme amplamente divulgado, o STF por meio da ADPF 347, em decisão unânime, reconheceu a violação massiva de direitos fundamentais no sistema carcerário brasileiro em que são negados aos presos, por exemplo, os direitos à integridade física, alimentação, higiene, saúde, estudo e trabalho. Afirmou-se que a atual situação das prisões compromete a capacidade do sistema de cumprir os fins, garantir a segurança pública e ressocializar os presos (STF, 2023).

Assim, reconheceu-se o *Estado de Coisas Inconstitucional (ECI)*[11] no sistema

[11] Conforme Oliveira, Santos e Gonçalves (2018, p. 282), o Estado de Coisas Inconstitucional (ECI) pode ser entendido como "técnica judicial destinada a superar um quadro de violações estruturais, pode ser utilizado de forma excepcional, mormente ante a presença: da constatação de violações massivas e generalizadas de direitos fundamentais; de omissões legislativas, administrativas, judiciais e orçamentárias; da necessidade da atuação conjunta de diversos órgãos e entidades administrativas perante a necessidade de transformação estrutural".

carcerário brasileiro e com o objetivo de superar tal situação, o STF determinou um conjunto de medidas a serem adotadas pelo Poder Público.

> Entre tais medidas, fixou-se prazo para que a União, Estados e Distrito Federal, com participação do CNJ, elaborem (em até 6 meses) e executem (em até 3 anos) planos para resolver a situação em suas respectivas unidades. Os prazos para os Estados e o Distrito Federal correrão após a aprovação do plano federal. Tais planos devem tratar dos três problemas principais do sistema, a saber: (1) vagas insuficientes e de má qualidade, (2) entrada excessiva de presos (em casos em que a prisão não é necessária) e (3) saída atrasada de presos (com cumprimento da pena por tempo maior do que a condenação). Os planos deverão ser aprovados pelo STF e terão sua execução monitorada pelo CNJ, também com a supervisão do STF (STF, 2023).

Perante o exposto, verifica-se que as condições do atual sistema penitenciário brasileiro se enquadraram aos pressupostos da Teoria do Estado de Coisas Inconstitucional. Destarte, essa teoria foi abarcada na jurisdição constitucional brasileira, tal qual declarado pelo Supremo Tribunal Federal, e recepcionada pela doutrina.

Segundo Oliveira, Santos e Gonçalves (2018, p. 297), "se os mecanismos internos são insuficientes para tutelar direitos fundamentais, não existe óbice para aplicação da teoria do ECI". Portanto, ela não deve ser rechaçada, evidencia uma nova forma de enxergar o problema e um novo meio para superá-lo. Todavia, é necessário investigar quais pontos a teoria do ECI contribui para a efetivação de direitos e garantais fundamentais no país, como também quais as repercussões e diferenciais ela apresenta, sob pena de recair ao descrédito e à inutilidade.

Sendo assim, caberia perguntar: considerando todos os danos ambientais e sociais provocados pelo não cumprimento da PNRS, não se deveria também reconhecer e declarar o *Estado de Coisas Inconstitucional* em relação aos lixões em nosso país considerando as violações massivas e generalizadas de direitos fundamentais, as omissões legislativas, administrativas, judiciais e orçamentárias, a necessidade da atuação conjunta de diversos órgãos e entidades administrativas perante a necessidade de transformação estrutural?

Por enquanto, não há resposta definitiva para uma questão tão complexa. Mas, em atendimento as demandas sociais, têm-se verificado certo "furor legislativo". Como exemplo, destaca-se as propostas de tipificação do crime de ecocídio no ordenamento jurídico brasileiro a fim de punir com muito mais rigor todos aqueles que tem causado a degradação massiva do meio ambiente. Estas propostas já estão tramitando junto ao

Congresso Nacional há algum tempo por meio do Projeto de Lei nº 2.787/2019[12] e do Projeto de Lei nº 2.933/2023[13].

De forma geral, ainda se acredita que um instrumento jurídico mais rígido que tipifica o crime de ecocídio e impõe sanção mais severa, pena de reclusão de 5 a 15 anos e multa, poderia inibir práticas devastadoras, danos imensuráveis e de escassa responsabilização. Todavia, há muitas desconfianças quanto à eficácia destas políticas. Para os especialistas, tal iniciativa seria mais um resultado do fenômeno da hipernormação ou penalose (inflação legislativa penal punitiva) que acomete a sociedade brasileira. Mas, o que é a penalose?

> É uma doença jurídica. Consiste em transformar tudo em infrações penais para aterrorizar todos com punições penais. Indigna do Estado de Direito, é uma afecção do direito penal manifestada por normas penalóides, nas quais a tipificação criminal visa ao fim-mor de incutir o terror geral (Barros *apud* Silva, 2005, p. 222).

Ainda segundo o referido autor, o grande questionamento que pode e deve ser feito com relação ao "furor legislativo" diz respeito à legitimidade da lei, ou à ausência dela na produção normativa.

> Ao contrário de Kelsen, que nega que algum tipo de valor de justiça seja componente do conceito de Direito, **a sociedade reclamou uma renovação do Estado de Direito, exigindo que a lei seja necessariamente expressão da justiça**. E os mecanismos para essa aferição devem ser feitos previamente, para que a lei veicule um valor de Justiça postulado pela sociedade, e a posteriori, por meio de um órgão, o Judiciário, que estaria à disposição da sociedade para rever aquelas normas jurídicas que porventura não retratem essa expressão de justiça ou, mais grave, sejam a expressão da própria injustiça (Silva, 2005, p. 222 – Grifo nosso).

Este é ponto. A proposta de tipificação do ecocídio é bem-vinda. Mas, ela precisa funcionar efetivamente, "sem jeitinhos" ou "subterfúgios" que levem a impunidade.

[12] Uma iniciativa do Deputado Federal Zé Silva (SOLIDARIEDADE/MG). Altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, para tipificar o crime de ecocídio e a conduta delitiva do responsável por desastre relativo a rompimento de barragem; e dá outras providências. Para saber mais, acesse: SENADO FEDERAL. Atividade Legislativa. **Projeto de Lei nº 2.787/2019.** Disponível em: https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/137437. Acesso em 03 de mai. 2024.

[13] O Projeto de Lei tem como autores Guilherme Boulos (PSOL/SP), Célia Xakriabá (PSOL/MG), Fernanda Melchionna (PSOL/RS) e outros, e como relator Nilto Tatto. O referido Projeto de Lei está aguardando designação de relator(a) na Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC). Para saber mais, acesse: PORTAL DA CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei 2933/2023**. Tipifica o crime de ecocídio, inserindo-o na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que "dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências". Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2367513. Acesso em: 03 de mai. 2024.

Somente assim, a Justiça brasileira conseguirá responder aos anseios da sociedade, que clama por punições mais severas de autoridades, de grandes empresários e políticos corruptos que por ação ou omissão tem praticado as maiores "barbaridades" em nosso pais.

Não há dúvidas de que a PNRS atua como uma importante protagonista na proteção da saúde pública e da qualidade ambiental. Entretanto, não se trata apenas de cumprir ou não cumprir a lei, faz-se necessário uma mudança na cultura econômica, socioambiental, política e, sobretudo, jurídica da sociedade brasileira como um todo.

Neste ponto, Acosta (2016, p. 37) faz um questionamento interessante: "até quando vamos esperar que o progresso tecnológico resolva nossos enormes problemas?" Segundo o referido autor,

> A concepção – equivocada – do crescimento baseado em inesgotáveis recursos naturais e em um mercado capaz de absorver tudo o que for produzido não tem conduzido nem conduzirá ao desenvolvimento. Pelo contrário. O reconhecido economista britânico Kenneth Boulding, ao encontro do matemático romeno Nicholas Georgescu-Roegen, tinha razão quando exclamava: "Qualquer um que acredite que o crescimento exponencial pode durar para sempre em um mundo finito ou é louco ou economista" (Acosta, 2016, p. 34).

Conforme Moore *et al*. (2022, p. 12), as notícias não são boas para o planeta Terra. De acordo com qualquer avaliação razoável, a situação está se deteriorando. As "pressões humanas" estão levando as condições de estabilidade biosférica - sobretudo o clima e a biodiversidade – a um ponto de ruptura, uma *crise* global. Deste modo, Acosta (2016, p. 38) acredita que os problemas ambientais globais não se resolverão com medidas de mercado. Trata-se de um erro que pode custar muito caro. Nas palavras do referido autor,

> [...] as normas e regulações – embora insuficientes – têm sido mais efetivas que "as leis" de oferta e demanda preconizadas pela economia capitalista. A resolução dos problemas exige, então, uma aproximação multidisciplinar. Vivemos uma situação de complexidades múltiplas que não podem ser explicadas a partir de visões monocausais (Acosta, 2016, p. 40).

Sendo assim, Acosta (2016, p. 28) aposta no reconhecimento da natureza como sujeito de direito, entendida como uma postura biocêntrica que se baseia em uma perspectiva ética alternativa, ao aceitar que o meio ambiente possui um valor intrínseco, ontológico, inclusive quando não tem qualquer utilidade para os humanos.

> O Bem Viver apresenta-se como uma oportunidade para construir coletivamente novas formas de vida. Não se trata simplesmente de um receituário materializado em alguns artigos constitucionais, como no caso do Equador e da Bolívia. Tampouco é a simples soma de algumas práticas isoladas e, menos ainda, de alguns bons desejos de quem trata de interpretar o Bem Viver à sua maneira (Acosta, 206, p. 28).

O mundo atual precisa de uma sociedade que considere a Natureza como um mecanismo de garantia da sustentabilidade da vida. Assim, o Direito, seja no terreno internacional, seja no campo das legislações nacionais, de acordo com Benjamin (2011, p. 93), vem se afastando, cada vez mais, do antropocentrismo puro, e se aproximado de uma releitura da relação ser humano-mundo natural.

Segundo Pontes Junior e Barros (2020, p. 34), o próprio judiciário brasileiro dá sinais positivos ao acolher uma compreensão mais sistêmica na abordagem e julgamento das demandas ambientais.

> Cunha e Silva (2016, p. 175) citam uma decisão do Pleno do Supremo Tribunal Federal reconhecendo o direito à preservação do meio ambiente como um dos mais significativos direitos fundamentais, por se traduzir em "bem de uso comum da generalidade das pessoas, a ser resguardado em favor das presentes e futuras gerações (STF, Tribunal Pleno, ADI-MC 3540/DF, Rel. Min. Celso de Mel lo, DJ 03.02.2006, p. 14)" (ADI-MC 3540/DF, Rel. Min. Celso de Mello, DJ 03.02.2006, p. 14)". Nesse sentido, é importante constatar certa proatividade dos magistrados, inclusive no espaço latino-americano, assumindo posicionamentos favoráveis ao desenvolvimento sustentável (Pontes Junior; Barros, 2020, p. 34).

Outros eventos pró-biocêntricos também ocorreram no país, como o II Seminário Estadual "Conhecer para Construir Sociedades de Bem Viver"[14] e o 2º Fórum Brasileiro dos Direitos da Natureza[15].

Ademais, se pode dizer que "O Bem Viver", pode servir de plataforma para discutir, consensualizar e aplicar respostas aos devastadores efeitos das mudanças climáticas e às crescentes marginalizações e violências sociais. Como exemplo de boas práticas, destaca-se o caso do Rio Laje, localizado na cidade de Guajará-Mirim, Rondônia, Brasil, que se tornou o primeiro rio no país a ser legalmente reconhecido como um ente vivo com direitos, conforme o art. 1° da Lei nº 2.579/2023.

> Artigo 1º- Ficam reconhecidos os direitos intrínsecos do Rio Laje - Komi Memen - como ente vivo e sujeito de direitos, e de todos os outros corpos d´água e seres vivos que nele existam naturalmente ou com quem ele se inter-relaciona, incluindo os seres humanos, na medida em que são inter-relacionados num sistema interconectado, integrado e interdependente. (Câmara Municipal de Guajará-Mirim, 2023).

Em suma, acredita-se que este caso representa um marco significativo na evolução dos direitos da natureza no Brasil e que a efetiva implementação da lei será crucial para a sustentabilidade do rio, podendo servir de modelo para outras iniciativas semelhantes

[14] Para saber mais, acesse: https://fmclimaticas.org.br/construindo-a-sociedade-do-bem-viver/.

[15] Para saber mais, acesse: https://forumdireitosdanatureza.org.br.

como por exemplo o Rio Xingu[16], no Estado do Pará (Dias, 2024, p. 10). Mas, há que se destacar que estes ainda são casos isolados e não representam a realidade no ordenamento jurídico brasileiro. O que se espera é justamente a universalização destes direitos para toda a natureza.

Este deveria ser o primeiro passo: reconhecer a natureza enquanto sujeito de direito. A partir daí outros passos poderiam ser dados em direção a um mundo sócio e ambientalmente equilibrado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste trabalho chega-se à conclusão de que o descarte dos resíduos sólidos em Iporá-GO tem sido realizado de forma irregular, infringindo tanto as normas e parâmetros de tratamento nacional e estadual quanto municipal. Além disso, mais uma vez o município não conseguiu cumprir as metas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) para o ano de 2024. Portanto, a hipótese inicial formulada em relação ao problema de pesquisa se confirmou.

Foi possível constatar também que o caso de Iporá-GO não é isolado e que o cumprimento integral da PNRS e a regularização do descarte do lixo ainda é um desafio para a maioria dos municípios brasileiros.

Ademais, a omissão dos gestores pode enquadrar municípios e estados nas sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre os crimes ambientais. Assim, o Ministério Público poderá acionar os infratores por improbidade administrativa, haja vista que a omissão do gestor pode colocar em risco toda a fauna, flora e recursos hídricos de todo o país.

Em relação as questões ambientais no Brasil, percebe-se que, o Estado tem avançado em termos regulatórios, contudo, o entendimento precisa ser modificado, pois as legislações ambientais têm privilegiado o ser humano em detrimento da Natureza. Nesse sentido, os resultados poderiam ser mais efetivos se a Natureza fosse vista como um sujeito de direito. Este tem sido o caminho proposto por especialistas e alguns

[16] O Rio Xingu foi um dos mananciais aquáticos escolhidos para ser represado na construção da Usina Hidrelétrica Belo Monte. Entretanto, a obra não afetou apenas o rio, mas um conjunto de bens ambientais associados. Deste modo, o Ministério Público Federal do Pará ajuizou uma Ação Civil Pública exigindo a suspensão das obras para evitar a remoção dos povos indígenas Arara e Juruna da Volta Grande, e para assegurar o respeito ao direito da Natureza e das gerações futuras. Para saber mais, acesse: https://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/noticias-pa/mpf-vai-a-justica-por-mais-agua-para-o-xingu.

movimentos globais em defesa da Natureza, a fim de que a mesma deixe de ser vista como um objeto passível de apropriação e exploração a bel-prazer do ser humano.

Enfim, o quadro é extremamente caótico, complexo e de difícil resolução. Iporá-GO carece de atenção e faz-se necessário direcionar recursos e esforços, investir em novas tecnologias, diminuir os resíduos, implementar coleta seletiva eficiente, melhorar o saneamento básico, promover a educação ambiental, conscientizar a população, fortalecer as parcerias e aplicar novo modelo de gestão.

Enquanto isso, o meio ambiente e as camadas sociais mais humildes e vulneráveis, os catadores e a população em geral, tem sido os mais prejudicados. Reverter esta situação é imperativo.

REFERÊNCIAS

[1] ABREMA. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** 2023. Disponível em: www.abrema.org.br/panorama/ Acesso em 04 de nov. 2024.

[2] ABREMA; PWC. **Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana**. Edição 2023. Disponível em: http://www.pwc.com.br/pt/estudos/servicos/auditoria/2024/indice-de-sustentabilidade-da-limpeza-urbana.html. Acesso em 14 mai. 2024.

[3] ACOSTA, Alberto. **O bem viver:** uma oportunidade para imaginar outros mundos. Tradução de Tadeu Breda. São Paulo: Autonomia Literária, Elefante, 2016. 264 p.

[4] BENJAMIN, Antonio Herman. A natureza no direito brasileiro: coisa, sujeito ou nada. **NOMOS**: Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFC, Fortaleza, v.31, n.1, 2011, p.79-96. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/12016. Acesso em 29 mai. 2024.

[5] BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em 04 de ago. 2023.

[6] BRASIL. **Decreto nº 10.936 de 12 de janeiro de 2022.** Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2022/decreto-10936-12-janeiro-2022-792233-publicacaooriginal-164412-pe.html. Acesso em 17 abr. 2024.

[7] BRASIL. **Decreto-lei n° 2.848, de 7 de dezembro de 1940.** Código Penal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del2848compilado.htm. Acesso em 23 de ago. 2024.

[8] BRASIL. **Lei Federal n° 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em 04 nov. 2023.

[9] BRASIL. **Lei Federal n° 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Regulamenta é institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei de n° 9.605, de fevereiro de 1998. Disponível em: http://www.mma.gov.br. Acesso em: 04 nov. 2023.

[10] BRASIL. **Lei Federal nº 11.107, de 6 de abril de 2005.** Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11107.htm. Acesso em 27 mai. 2024.

[11] BRASIL. **Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em 28 mai. 2023.

[12] BRASIL. **Lei n° 10.257, de 10 de julho de 2001.** Estatuto da Cidade. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em 30 de out. 2024.

[13] BRASIL. **Lei n° 9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em 28 mai. 2024.

[14] BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em 23 de mai. 2023.

[15] BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Lei de Crimes Ambientais. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm. Acesso em 23 de ago. 2023.

[16] BRASIL. **Lei nº 9.784, de 29 de janeiro de 1999.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9784.htm. Acesso em 23 de ago. 2023.

[17] CABRAL, Rodrigo Chimenti. Viabilidade financeira, benefícios ambientais e energéticos com o tratamento térmico dos resíduos sólidos gerados nos municípios operados pela SABESP na RMSP. In.: **Europub Journal of Exact and Engineering Research,** v. 3, n. 1, p. 54–91, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.54749/ejeerv3n1-001. Acesso em 28 mai. 2024.

[18] CÂMARA MUNICIPAL DE GUAJARÁ-MIRIM. **Lei nº. 2.579/2023 de 28 de junho de 2023.** Disponível em: https://faolex.fao.org/docs/pdf/bra219193.pdf. Acesso em 28 mai. 2024.

[19] CÂMARA MUNICIPAL DE IPORÁ. [**Lei Orgânica do Município de Iporá – Estado de Goiás].** Promulgada em 05 de abril de 1990. Câmara Municipal: Iporá, 1990.

[20] CÂMARA MUNICIPAL DE IPORÁ. **[Plano Diretor].** Lei complementar 08/2008 de 18 de dezembro de 2008. Câmara Municipal: Iporá, 2008.

[21] CÂMARA MUNICIPAL DE IPORÁ. **Lei n°. 1.548, de 06 de setembro de 2013**, dispõe sobre o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Iporá. Câmara Municipal: Iporá, 2013.

[22] CÂMARA MUNICIPAL DE IPORÁ. **Lei Complementar N° 01/2023.** Institui o

Novo Código Tributário do município de Iporá-GO e dá outras providências. Câmara Municipal: Iporá, 2023. Disponível em: http://leismunicipais.com.br/codigo-tributario-ipora-go. Acesso em 28 mai. 2023.

[23] CÂMARA MUNICIPAL DE IPORÁ. **Lei Municipal Nº 1520, de 01 de novembro de 2012.** Regulamenta e institui o Plano de Gerenciamento Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos de Iporá: Câmara Municipal: Iporá, 2012.

[24] CÂMARA MUNICIPAL DE IPORÁ. **Lei Ordinária Nº 1.825, de 14 de fevereiro de 2022.** Institui e regulamenta o PROGRAMA MUNICIPAL DE COLETA SELETIVA DE IPORÁ-GO e dá outras providências. Câmara Municipal: Iporá, 2022.

[25] CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS (CNM). **Nota técnica n° 9/2022 – Compostagem de resíduos orgânicos.** Brasília-DF: CNN, 2022. Disponível em: https://www.cnm.org.br/biblioteca/exibe/5057. Acesso em 28 mai. 2024.

[26] DIAS, Reinaldo. **Prioritizing the Rights of Nature:** A paradigm shift in Water Resources Governance. Seven Editora, [S. l.], p. 1247–1264, 2024. Disponível em: https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/4251. Acesso em 4 jun. 2024.

[27] DOUGLAS, Daniel. **Lixões:** um problema que merece atenção. Convale, 2021. Disponível em: https://convale.ce.gov.br/informa/17/lixoes-um-problema-que-merece-atencao. Acesso em: 08 de nov. 2023.

[28] G20 BRASIL 2024. **G20 pré-aprova documento sobre gestão de resíduos e economia circular.** Disponível em: https://www.g20.org/pt-br/noticias/g20-pre-aprova-documento-sobre-gestao-de-residuos-e-economia-circular. Acesso em 15 de out. 2024.

[29] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades** [Iporá-GO]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/ipora/panorama. Acesso em 14 de abr. 2024.

[30] LOBO, Carlos Diego de Souza. O CODEMA tem competência para autorizar (ou não) intervenção em APP urbana? **Jusbrasil**, 2015. Disponível em: https://carloslobo.jusbrasil.com.br/artigos/172940526/o-codema-tem-competencia-para-autorizar-ou-nao-intervencao-em-app-urbana. Acesso em 23 de ago. 2023.

[31] MAAS, Tainara Ianka; NEVES, Fábio de Oliveira. Associações e Cooperativas de Catadores e Catadoras: uma estratégia para “seguir em frente” e seus efeitos segundo a percepção de líderes catadores na microrregião de Toledo, Paraná. **Terra Livre.** São Paulo, v. 2, n. 59, p. 544-591, 2022. Disponível em: https://publicacoes.agb.org.br/terralivre/article/view/2868. Acesso em 28 mai. 2024.

[32] MACCAGNAN, Douglas Henrique Bottura. **Infestação de moscas urbanas:** um problema de saúde pública. Iporá: Oeste Goiano, 2023. Disponível em: https//oestegoiano.com.br/meio-ambiente/infestacao-de-moscas-em-ipora-pode-ser-devido-lixo-diz-biologo/. Acesso em 09 nov. 2023

[33] MIRANDAS, Nathallia Mercedes; MATTOS, Ubirajara Aluizio De Oliveira. Revisão dos modelos e metodologias de coleta seletiva no Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 2, p. 1-22, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018. Acesso em 27 mai. 2024.

[34] MOORE, Jason W. (Org.). **Antropoceno ou Capitaloceno?** Natureza, História e a

Crise do Capitalismo. São Paulo: Elefante, 2022.

[35] MORAES, José Laécio de. Os Consórcios Públicos e a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos em Pequenos Municípios do Estado do Ceará, Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.3, n.4, p. 1171-1180, Manaus, 2012. Disponível em: https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2014. Acesso em 27 mai. 2024.

[36] MOURA, Aparecido Pedro Ivo da Silva; RODRIGUES, Ivair Queiroz; ROMA, Renata Macedo Lopes. Avaliação da Atual Situação do Aterro Controlado de Iporá, Goiás – Brasil. **Revista Sapiência:** sociedade, saberes e práticas educacionais – UEG/Câmpus de Iporá, v.4, n. 1, p. 03-17, jan/jun -2015. Disponível em: https//www.revista.ueg.br/index.php/sapiencia/article/view/2922. Acesso em: 22 mai. 2023.

[37] OESTE GOIANO. **Aterro Sanitário de Iporá transforma-se em lixão. Está horrível!!!** Publicado em 2015. Disponível em: https//oestegoiano.com.br/meio-ambiente/aterro-sanitario-de-ipora-transforma-se-em-lixao-esta-horrivel/. Acesso em 22 mai. 2023.

[38] OLIVEIRA, João Rezende de Almeida; SANTOS, Júlio Edstron S.; GONÇALVES, Vinícius Araújo Gonçalves. A aplicação da Teoria do Estado de Coisas Inconstitucional no Brasil: um olhar sobre as possibilidades e dificuldades da utilização dessa teoria no ordenamento jurídico brasileiro. **Direitos Fundamentais & Justiça.** Belo Horizonte, ano 12, n. 38, p. 265-306, jan./jun. 2018.

[39] PONTES JÚNIOR, Felício; BARROS, Lucivaldo Vasconcelos. "A defesa da natureza em juízo: atuação do Ministério Público Federal em favor do Rio Xingu no caso da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte". In.: LACERDA, Luiz Felipe (Org.). **Direitos da Natureza:** Marcos para construção de uma teoria geral. São Leopoldo: Casa Leiria, 2020.

[40] PORTAL DA CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei 2933/2023**. Tipifica o crime de ecocídio, inserindo-o na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que "dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências". Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2367513. Acesso em 22 mai. 2023.

[41] PREFEITURA MUNICIPAL DE IPORÁ-GO. **Incêndio Criminoso no Aterro Sanitário Municipal.** Disponível em: https// ipora.go.gov.br/incendio-criminoso-no-aterro-sanitario-municipal/. Acesso em 22 mai. 2023.

[42] REDE DIOCESANA. **Sofrimento sem fim:** Transtornos em Iporá, Goiás, causados pelo lixão local desencadeiam preocupações e debate. Rede Diocesana de Rádio - Diocese de São Luís de Montes Belos, 2023. Disponível em: https://redediocesana.com/transtornos-em-ipora-goias/. Acesso em 08 nov. 2023.

[43] SCHOENELL, Elisa Kerber; DUARTE, Pedro Alves. **Orientações sobre gestão municipal de resíduos sólidos:** alternativas, instrumentos e boas práticas. Brasília: CNM, 2023. 41 p. : il. -- (Coleção Gestão Pública Municipal: XXIV Marcha a Brasília em Defesa dos Municípios – Edição 2023)

[44] SENADO FEDERAL. Atividade Legislativa. **Projeto de Lei nº 2.787/2019.** Disponível em: https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-

/materia/137437. Acesso em 03 mai. 2024.

[45] SILVA, Enio Moraes da. O Estado Democrático de Direito. **Revista de Informação Legislativa**. Brasília a. 42 n. 167 jul./set. 2005. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/42/167/ril_v42_n167_p213.pdf. Acesso em 03 de mai. 2024.

[46] SILVA, Vanessa Pinto Machado e; CAPANEMA, Luciana Xavier de Lemos. Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos: experiências comparadas e desafios para o Brasil. **Revista do BNDES** Set., Rio de Janeiro, v. 25, n. 50, p. 153-200, set. 2019.

[47] SINDICATO DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA. **Índice de sustentabilidade da limpeza urbana para os municípios brasileiros.** 7.ed. Brasília, 2022. Disponível em: https://www.selur.org.br. Acesso em 08 nov. 2023.

[48] SIQUEIRA, Marcello Rodrigues. **Vídeo Documentário sobre Lixão de Iporá-GO.** YouTube. 06 de março de 2019. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=F_8GKE6EKwk&t=105s. Acesso em 08 nov. 2023.

[49] SIQUEIRA, Marcello Rodrigues; FLORESTA, Suzana Rodrigues. O Conselho Municipal de Defesa de Meio Ambiente – CODEMA – e os limites da discricionariedade. **Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE)**, v. 5, 2018. Anápolis: CEPE/UEG: publicado em 29/05/2019. (ISSN 2447-8687). Disponível em: https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/issue/view/333. Acesso em 20 abr. 2024.

[50] SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos.** 2022. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Snis/RESIDUOS_SOLIDOS/2020/3_DIAGNOSTICO_TEMATICO_INFRAESTRURA_PARA_OS_SERVICOS_RS_SNIS_SET_2022.pdf. Acesso em 04 jun. 2024.

[51] SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL (STF). **ADPF 347.** Informação à Sociedade. Brasília: 04 de outubro de 2023. Disponível em: https://www.stf.jus.br/arquivo/cms/noticiaNoticiaStf/anexo/1ADPF347InformaosocieddadeV2_6out23_17h55.pdf. Acesso em 15 dez. 2023.

[52] TELLES, Dirceu D. **Resíduos sólidos:** gestão responsável e sustentável. São Paulo: Editora Blucher, 2022. E-book. ISBN 9786555061055. Disponível em: https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555061055/. Acesso em 20 abr. 2024.

Capítulo 4

Cidadania em debate: concepções de alunos da 1º série do ensino médio em Iporá

Divino José Lemes de Oliveira
Docente do curso de Geografia UEG UnU Iporá

Helismar Alves de Alcantara Oliveira
Professora da rede municipal de Educação

Washington Silva Alves
Docente do curso de Geografia UEG UnU Iporá

Washington Orloffs Fernandes Dias
Discente estágio de Geografia/PIBID - UEG UnU Iporá

Paula Junqueira da Silva Rezende
Docente do curso de Geografia UEG UnU Iporá

Resumo: O objeto de estudo desta pesquisa são as concepções de cidadania de alunos da 1º Séreie do Ensino Médio, com foco na influência de fatores educacionais, sociais e culturais em suas percepções. O objetivo da pesquisa foi analisar como esses alunos entendem o conceito de cidadania e identificar os principais elementos que moldam suas compreensões. A metodologia adotada foi qualitativa, de abordagem exploratória, com coleta de dados realizada por meio de entrevistas semiestruturadas e observações em sala de aula em três instituições de ensino do município de Iporá-GO: uma escola pública estadual, um colégio particular e uma instituição federal de ensino. A análise revelou que, embora muitos alunos associassem cidadania a direitos e deveres legais, uma compreensão mais ampla envolvendo solidariedade e responsabilidade social também foi identificada, evidenciando a necessidade de práticas pedagógicas que incentivem a reflexão crítica e a participação ativa dos estudantes. Essa pesquisa está diretamente relacionada ao projeto de extensão "*Podcast* da Cidadania: Conscientes e Ativos", cujas discussões e atividades formativas foram fundamentais para a compreensão das dinâmicas sociais e culturais que permeiam a cidadania. As reflexões oriundas desse projeto contribuíram significativamente para o aprofundamento das questões abordadas, ampliando a perspectiva dos alunos sobre o exercício da cidadania em suas vidas cotidianas.

Palavras-chave: Cidadania; Participação; direitos e deveres; solidariedade; formação cidadã.

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade moderna capitalista o exercício da cidadania é um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento de uma sociedade democrática e justa, sendo um conceito que se articula com a participação ativa dos indivíduos nas questões sociais, políticas e culturais de seu país. No entanto, a forma como os jovens compreendem e se apropriam desse conceito, especialmente no contexto educacional, muitas vezes não recebe a devida atenção em pesquisas e discussões. Nesse sentido, vale lembrar que a compreensão da cidadania vai além de uma simples noção de direitos e deveres, envolvendo uma construção contínua de valores, atitudes e comportamentos que refletem a inserção do indivíduo em uma coletividade.

É certo que a popularização do conceito revela a concepção de mundo hegemônica em determinado bloco histórico da sociedade. Na prática, seja entre a população jovem ou adulta, o conceito de cidadania consensualizado na sociedade do capital não é definido por uma base epistemológica e sim a partir das relações dos sujeitos ao acesso aos recursos necessários à vivência em sociedade. Ao longo da história da humanidade, sobretudo ocidental, tal conceito tem-se constituído a partir do senso comum e se revela com definições diferentes a depender das forças hegemônicas, que ora buscam atender os interesses coletivos ora individuais.

A educação básica desempenha um papel crucial para entender não apenas a definição histórica do conceito de cidadania, mas internalizá-lo no processo educativo de forma socialmente referenciada para que a formação de cidadãos críticos e conscientes sobre a realidade concreta que os cercam. Nesse contexto, os alunos do Ensino Médio são uma parte significativa da juventude que, em breve, será chamada a exercer a cidadania de maneira mais ativa e responsável. Portanto, é de grande importância compreender como esses estudantes, especificamente os da 1ª Série do Ensino Médio, percebem o conceito de cidadania e como essa percepção é influenciada por fatores como o currículo escolar, as práticas pedagógicas e o ambiente social em que estão inseridos.

A relevância desta pesquisa reside na necessidade de investigar as concepções de cidadania entre os jovens, com o intuito de entender as implicações dessas concepções para a formação de cidadãos críticos e participantes no cenário político e social. Esta pesquisa visa, assim, contribuir para uma reflexão sobre as abordagens pedagógicas que podem ser adotadas para fortalecer o entendimento de cidadania nas escolas, além de proporcionar uma análise das possíveis lacunas entre o que é ensinado em sala de aula e

o que os alunos efetivamente compreendem e praticam.

Esta pesquisa surge a partir das reflexões e provocações geradas pelo projeto de extensão "*Podcast* da Cidadania (Conscientes e Ativos)", coordenado pelo professor Divino José Lemes de Oliveira. O referido projeto é uma ação vinculada ao programa "Cidadania, Direitos e Diversidade", cadastrado na Pró-reitoria de Extensão da Universidade Estadual de Goiás. O projeto "*Podcast* da Cidadania (Conscientes e Ativos)" visa conscientizar a comunidade sobre direitos individuais e sociais, promovendo debates informados sobre questões de direitos humanos, facilitando o acesso à informação sobre leis e políticas, e criando um espaço inclusivo para diversidade de perspectivas. Ao empoderar a comunidade e promover uma sociedade mais justa e informada, o projeto desempenha um papel crucial na formação para a cidadania e na defesa dos direitos humanos. Além disso, busca combater as notícias falsas, denominadas popularmente no tempo presente de *fake news*, capacitando comunidades locais para discernir informações verdadeiras, estimulando o diálogo informado e contribuindo para uma sociedade mais esclarecida e engajada na promoção dos direitos humanos e da comunicação responsável.

O problema que se pretende investigar nesta pesquisa é como os alunos da 1ª Série do Ensino Médio concebem a cidadania, considerando suas experiências e percepções individuais. A partir dessa investigação, busca-se identificar quais são os principais elementos que influenciam essa compreensão e como esses jovens relacionam o conceito de cidadania com suas próprias vivências e expectativas de participação na sociedade.

O objetivo geral deste estudo é analisar as concepções de cidadania apresentadas pelos alunos da 1ª Série do Ensino Médio, levando em conta as dimensões pedagógicas, sociais e culturais que envolvem esse processo de compreensão. Espera-se que essa pesquisa contribua para o campo da educação cidadã ao evidenciar a importância de práticas pedagógicas que favoreçam uma maior reflexão sobre os direitos, deveres e responsabilidades dos indivíduos dentro de uma sociedade democrática.

Dessa forma, a pesquisa busca fornecer subsídios para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem da cidadania nas escolas, ressaltando a necessidade de um ensino que promova uma compreensão mais crítica sobre o papel de cada indivíduo na construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

2. METODOLOGIA

O objeto de estudo desta pesquisa é a concepção de cidadania dos alunos da 1ª Série do Ensino Médio, considerando suas vivências, influências sociais e a interação com o ambiente educacional, portanto não se trata de uma pesquisa de revisão bibliográfica sobre o conceito, tão pouco tem a pretensão de desenvolver o conceito de cidadania a partir de um paradigma epistemológico. A pesquisa busca entender como esses alunos percebem o conceito de cidadania e quais fatores (curriculares, pedagógicos, sociais e culturais) influenciam essa compreensão. O estudo foi realizado com alunos de três diferentes instituições de ensino do município de Iporá-GO.

A pesquisa é de campo, exploratória e qualitativa. A abordagem qualitativa foi escolhida por possibilitar a análise profunda das concepções e experiências dos alunos sobre cidadania, permitindo compreender as diferentes perspectivas e o contexto das respostas. A pesquisa busca identificar a diversidade de visões sobre cidadania por meio de entrevistas e observações, visando captar as concepções dos estudantes e suas interpretações dos fatores que moldam sua compreensão da cidadania. As discussões evidenciadas nesta pesquisa decorrem de muitos momentos formativos realizados no âmbito do projeto de extensão "*Podcast* da Cidadania (Conscientes e Ativos)".

Foram utilizadas entrevistas semiestruturadas e observações em sala de aula como estratégias principais para a coleta de dados. As entrevistas permitiram uma exploração mais detalhada das concepções dos alunos, enquanto as observações forneceram um contexto adicional sobre o ambiente escolar e suas práticas pedagógicas. As entrevistas semiestruturadas foram realizadas com os alunos para captar suas concepções pessoais sobre cidadania, abordando aspectos como participação política, direitos e deveres, solidariedade e engajamento social. As observações foram feitas durante as aulas de Geografia e História, para verificar como as práticas pedagógicas nas três escolas influenciam a reflexão dos alunos sobre o conceito de cidadania. Os entrevistados, cujas respostas dos questionários aparecem no texto corroborando as análises, tiveram suas identidades preservadas e seus nomes civis foram substituídos por letras do alfabeto, precedidas pelo substantivo “aluno” (ex.: aluno A; aluno B, aluno C ...).

A população da pesquisa é composta por alunos da 1ª Série do Ensino Médio do município de Iporá-GO. Para a amostra, foram selecionadas aleatoriamente três escolas representativas da diversidade educacional local, sendo uma escola pública de tempo integral, gerida pela Coordenação Regional de Ensino (CRE) de Iporá da Secretaria de

Estado da Educação de Goiás (SEDUC) para representar o ensino público estadual, um colégio particular, representando a educação privada, e uma instituição de ensino federal, para incluir a perspectiva da educação vinculada ao governo federal. Foram escolhidos aleatoriamente 10 alunos de cada instituição de ensino (totalizando 30 alunos), com a intenção de garantir uma diversidade de visões sobre cidadania, provenientes de diferentes contextos sociais e culturais. Os alunos foram convidados a participar voluntariamente da pesquisa.

Os instrumentos utilizados foram um roteiro de entrevista semiestruturado e a observação. O roteiro de entrevista semiestruturada foi elaborado para guiar as conversas com os alunos sobre temas como cidadania, participação política, direitos e deveres. As perguntas foram abertas e organizadas em torno de tópicos como: O que significa cidadania para você? Qual a importância de votar e cumprir as leis para um cidadão? Como você acha que pode contribuir para a sociedade como cidadão? Você já participou de alguma ação social ou política? Como foi essa experiência? Para a observação, foram analisadas as interações dos alunos em sala de aula e o comportamento dos professores, observando como os temas relacionados à cidadania são abordados nas práticas pedagógicas.

As variáveis que orientaram a coleta e análise de dados foram, de um lado, a variável independente: o tipo de instituição de ensino (pública, particular ou federal), que pode exercer influência nas concepções de cidadania dos alunos. Por outro lado, as variáveis dependentes incluem as concepções de cidadania, refletidas nas visões dos estudantes sobre direitos, deveres, solidariedade e participação política e social, além das influências externas, como aspectos familiares, sociais e culturais, que moldam essas percepções.

A coleta de dados foi realizada em três etapas: primeiro, a aplicação de entrevistas, que duraram entre 20 a 45 minutos e foram conduzidas de maneira individual. As perguntas abertas possibilitaram que os alunos expressassem suas concepções com liberdade, sendo as entrevistas registradas em papel físico, posteriormente utilizado na análise qualitativa. Em seguida, foi realizada a observação em sala de aula, durante uma semana, nas três escolas, especificamente em aulas que abordavam o tema cidadania. Foram anotados aspectos como a abordagem do professor, o nível de participação dos alunos e as metodologias pedagógicas empregadas. Por fim, foi feita uma análise documental, com o objetivo de complementar os dados obtidos,

incluindo a revisão dos planos de ensino e materiais didáticos utilizados nas três instituições de ensino.

Em resumo os dados coletados foram analisados qualitativamente por meio da análise de conteúdo, utilizando-se de diversos métodos e técnicas para entender as concepções de cidadania. Primeiramente, foram realizadas entrevistas semiestruturadas, com o objetivo de obter uma compreensão mais detalhada das percepções individuais dos alunos sobre cidadania. Em seguida, foram feitas observações em sala de aula, a fim de verificar o comportamento dos alunos durante as aulas relacionadas ao tema e como os professores abordavam a questão da cidadania. Por fim, aplicou-se a análise de conteúdo para organizar, categorizar e interpretar as respostas obtidas nas entrevistas e observações, visando uma compreensão aprofundada das concepções de cidadania dos alunos.

A metodologia adotada possibilitou uma compreensão detalhada das concepções de cidadania entre os alunos da 1ª Série do Ensino Médio em diferentes contextos educacionais. Ao comparar as respostas dos alunos das escolas pública, particular e federal, foi possível identificar as influências de suas realidades sociais e educacionais na formação dessas concepções, contribuindo assim para o aprimoramento das práticas pedagógicas voltadas para a formação cidadã nas escolas.

3. DISCUSSÃO TEÓRICA

A cidadania, como conceito central neste estudo, remonta a uma série de reflexões filosóficas e políticas que se entrelaçam com o desenvolvimento de uma sociedade democrática e inclusiva. O entendimento de cidadania, no entanto, não é uniforme nem estático; ele se molda com o tempo e é influenciado por uma série de fatores históricos, sociais, culturais e educacionais. No Brasil o conceito de cidadania adquiriu capilaridade, especialmente, após a redemocratização política do país, com o fim da Ditadura cívico-militar e promulgação da Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988), denominada popularmente como “Constituição Cidadã” (Rezende, 2023, p. 101). De acordo com a autora, a carta magna lida por Ulysses Guimarães, presidente da assembleia constituinte formada por 559 membros eleitos no governo de José Sarney em 1986, buscou garantir as políticas públicas do Estado Democrático de Direito e à população o acesso mínimo aos direitos básicos sociais.

Nesse sentido, é essencial compreender a maneira como as novas gerações se apropriam desse conceito, especialmente os alunos do Ensino Médio, uma vez que essa fase corresponde ao período de transição para a maioridade e ao início de sua participação mais ativa na vida política e social.

A educação básica, em particular, desempenha um papel formador essencial nesse processo. Como destaca Arroyo (1995), a educação é um dos principais instrumentos para a conscientização dos indivíduos e para a formação de uma cidadania ativa e crítica. Nesse sentido de acordo com Gaille (1998), citado por Ribeiro (2002, p.3),

> A educação é reconhecida, pela maior parte dos autores que tratam da cidadania, como um direito essencial enquanto propiciador das condições necessárias à inclusão no espaço público, ou seja, no campo da participação política. O direito ao acesso à educação para todos os cidadãos traduz a afirmação de um bem comum à comunidade política e ao compartilhamento, por parte de seus membros, do conhecimento como um valor.

No entanto, como se observa na prática, as abordagens pedagógicas nem sempre favorecem a reflexão profunda sobre o papel da cidadania na vida dos estudantes. Muitas vezes, a educação formal se limita ao ensino de conteúdos técnicos e científicos, deixando de lado a formação ética e política que são igualmente cruciais para o desenvolvimento de cidadãos críticos e participativos.

O currículo escolar, que é o principal instrumento pedagógico das instituições de ensino, muitas vezes não reflete a complexidade do conceito de cidadania. De acordo com Libâneo (2001), o currículo escolar deveria ser entendido como um espaço de construção de conhecimentos que envolvem não apenas o domínio dos conteúdos, mas também a formação para a vida em sociedade. No entanto, as escolas, em muitas situações, acabam reproduzindo um modelo de educação que privilegia o conhecimento técnico, muitas vezes dissociado dos contextos sociais e políticos vivenciados pelos alunos.

No caso dos alunos da 1ª Série do Ensino Médio, eles estão em uma fase de transição importante, onde começam a ter maior consciência sobre a realidade em que estão inseridos. Segundo Gohn (2011), essa fase da adolescência é marcada por um aumento da reflexão crítica sobre o mundo e suas condições. Portanto, é nesse momento que o conceito de cidadania deveria ser abordado de forma mais intensiva, pois os jovens já começam a perceber a importância de seus direitos e deveres, embora muitas vezes essa compreensão ainda seja limitada. A educação cidadã, portanto, precisa ultrapassar a ideia de que a cidadania se restringe à obediência às leis ou ao conhecimento sobre os

direitos e deveres de forma mecânica, e avançar para uma visão mais crítica, que envolva a participação ativa dos indivíduos na construção da sociedade. Nesse sentido, Dalbosco (2015, p. 129) "[...] educação mais adequada às novas gerações, no sentido de prepará-las ao bem viver em sociedades plurais, marcadas por formas diversificadas de vida, é aquela baseada nos ideais da cidadania democrática."

As concepções de cidadania dos alunos estão, sem dúvida, intimamente ligadas às suas experiências sociais, familiares e culturais. A visão de mundo de cada jovem é moldada por fatores diversos, como a classe social, o acesso à informação, as experiências de convivência em grupo e, sobretudo, o contexto no qual eles estão inseridos. A partir desse olhar, a pesquisa busca identificar as principais influências sobre a forma como os alunos da 1ª Série do Ensino Médio compreendem a cidadania.

O conceito de cidadania não pode ser visto isoladamente de uma perspectiva política mais ampla. A cidadania é, em grande parte, o resultado da interação entre os indivíduos e o Estado. A cidadania envolve a capacidade de agir e de se posicionar coletivamente, o que implica um entendimento profundo da política, da história e dos direitos sociais. Nesse sentido se ressalta também que a ação cidadã é também uma ação que busca o bem comum, e essa é uma perspectiva que deveria ser incorporada ao ensino de cidadania nas escolas.

3.1 As Práticas Pedagógicas e a Formação de Cidadãos

A investigação das concepções de cidadania pelos alunos da 1ª Série do Ensino Médio, como proposta neste estudo, está diretamente relacionada à necessidade de repensar as práticas pedagógicas. Segundo Paro (2011), a educação escolar é um dos principais espaços onde se deve promover a reflexão crítica sobre os valores da sociedade, como a justiça, a igualdade e a solidariedade. Pois para Paro (2010, p.772) "educar não é apenas explicar a lição ou expor um conteúdo disciplinar, mas propiciar condições para que o educando se faça sujeito de seu aprendizado [...]; Dessa forma, as práticas pedagógicas devem buscar transformar os alunos em sujeitos ativos, capazes de refletir sobre seu papel na sociedade e de agir para promover mudanças.

Nesse contexto, a formação de um "cidadão ativo" se refere àquele indivíduo que não só conhece seus direitos e deveres, mas que também se engaja em processos de transformação social. Assim as práticas pedagógicas precisam estar conectadas à realidade dos alunos e ao seu contexto de vida, criando espaços para que possam expressar suas opiniões, debater ideias e participar de discussões que envolvem questões de interesse coletivo.

A cidadania é, portanto, um conceito multifacetado e em constante evolução. Para que os alunos da 1ª Série do Ensino Médio possam compreender essa complexidade, é necessário que o ensino da cidadania ultrapasse os limites do conteúdo técnico e se aproxime da realidade social e política em que estão inseridos.

A partir da coleta de dados por meio de entrevistas, observações e respostas dentre os entrevistados, selecionamos algumas respostas, ou seja, de sete alunos, das quais foram identificadas diferentes compreensões sobre o conceito de cidadania. Os resultados obtidos revelam uma diversidade de visões sobre o tema, com destaque para os elementos de influência social, escolar e familiar nas concepções desses estudantes. A seguir, apresentamos a análise das respostas de alguns alunos à pergunta: "O que é cidadania?

O aluno A (14 anos, que se classificou como de classe média) respondeu que “Cidadania é você saber seus direitos e deveres e poder votar para escolher seus representantes.” A resposta do aluno reflete uma concepção de cidadania centrada em direitos e deveres, com ênfase no voto, o que indica uma visão mais formal e legalista do conceito. Já o aluno B (15 anos, que também se classificou como de classe baixa) afirmou que “Cidadania é ser ativo na política e também ajudar as pessoas que estão ao seu redor, como em ações de voluntariado.” Sua resposta demonstra uma visão mais ampla de cidadania, que vai além da simples participação política, incluindo também ações de solidariedade e ajuda ao próximo, o que revela uma percepção mais comunitária.

O aluno C (14 anos, se classificou como de classe baixa) disse que “Cidadania é quando você pode cobrar os seus direitos do governo, como saúde e educação.” Para esse aluno, a cidadania é vista como uma ferramenta de cobrança, especialmente em relação ao poder público. Ele associou diretamente a cidadania ao acesso a serviços públicos, refletindo a realidade de muitos jovens das periferias. Para o aluno D (15 anos, que se classificou como de classe média), “Cidadania é viver em sociedade e respeitar as leis, sendo educado e ajudando a manter tudo organizado.” Essa visão aponta para uma

cidadania mais individualista, na qual o respeito às leis e a organização social são os principais aspectos, sem uma ênfase em participação ativa ou crítica.

Por fim, o aluno E (15 anos, que se classificou como de classe baixa) respondeu que "Cidadania é o que você faz pelo outro, ajudar as pessoas a terem uma vida melhor." Sua resposta reflete uma visão solidária e altruísta da cidadania, na qual a responsabilidade social está mais ligada ao bem-estar coletivo do que aos direitos formais. Essas respostas revelam diferentes compreensões sobre cidadania, variando conforme a classe social e a experiência de cada aluno, o que evidencia a diversidade de perspectivas sobre o tema.

A partir das respostas dos alunos, é possível perceber que, de maneira geral, as concepções de cidadania estão ainda muito ancoradas em aspectos legais e direitos civis, como o voto e o cumprimento de deveres. Isso está em sintonia com as discussões de Libâneo (2001), que aponta para a necessidade de um currículo escolar que vá além dos conteúdos técnicos e promova uma reflexão mais crítica sobre a cidadania. A maioria dos alunos entrevistados, por exemplo, não mencionou a importância de uma participação ativa em processos de transformação social, como debates políticos, protestos ou ações coletivas.

Por outro lado, as respostas também evidenciam uma compreensão mais ampla da cidadania em alguns casos. Alunos como o B e o E trouxeram para suas respostas elementos que envolvem a solidariedade e a ajuda ao próximo, aspectos importantes para uma cidadania participativa e consciente. Essas concepções estão mais próximas da ideia de Gohn (2011), que defende uma visão de cidadania como um processo ativo de construção de direitos e de participação no bem comum. Essa percepção também está de acordo com o que Paro (2010) sugere, em relação à importância da educação em provocar os alunos a se tornarem sujeitos de suas próprias ações.

O debate sobre cidadania na escola é visto por muitos alunos como uma oportunidade crucial para a formação de uma consciência crítica acerca de seus direitos e deveres como cidadãos. Esse aprendizado, muitas vezes iniciado no ambiente escolar, permite que eles compreendam a importância de sua participação na sociedade e nas questões que envolvem o funcionamento do Estado. No entanto, a maneira como esse tema é abordado em casa, nas famílias, pode variar significativamente, revelando um cenário de disparidade entre o que é discutido na escola e a realidade cotidiana dos alunos. Enquanto a escola oferece uma estrutura para o aprendizado sobre cidadania, o

ambiente familiar, em diversos casos, não acompanha essa discussão, seja por falta de tempo, de informações ou de uma educação cidadã mais ampla. A seguir, exploramos as diferentes percepções dos alunos sobre o ensino de cidadania, tanto na escola quanto em seus lares, e como essas experiências impactam sua visão sobre seu papel na sociedade.

Discutir cidadania na escola é visto por muitos alunos como uma oportunidade importante para entender seus direitos e deveres. Para o aluno A, essa discussão é fundamental para que possam compreender, por exemplo, como funciona o voto e como ele impacta o país. Ele acredita que a escola é o ambiente onde se inicia essa conscientização, e sem esse aprendizado, a falta de informação pode prejudicar a participação ativa na sociedade. aluno E, por sua vez, vê a discussão como uma maneira de se tornar mais consciente sobre o papel social que cada um deve exercer. Para ele, saber votar é apenas uma parte do processo. A educação cidadã também envolve ajudar o próximo e estar atento às questões ao redor, desde cedo, para fazer uma diferença real no futuro. Já para o aluno F (14 anos, que se classificou como de classe baixa), o ensino de cidadania ajuda a entender quais são os direitos que eles têm e o que devem exigir do governo, como serviços de saúde e educação de qualidade. Ele destaca a importância dessa aprendizagem para que possam se posicionar e lutar por aquilo que lhes é devido.

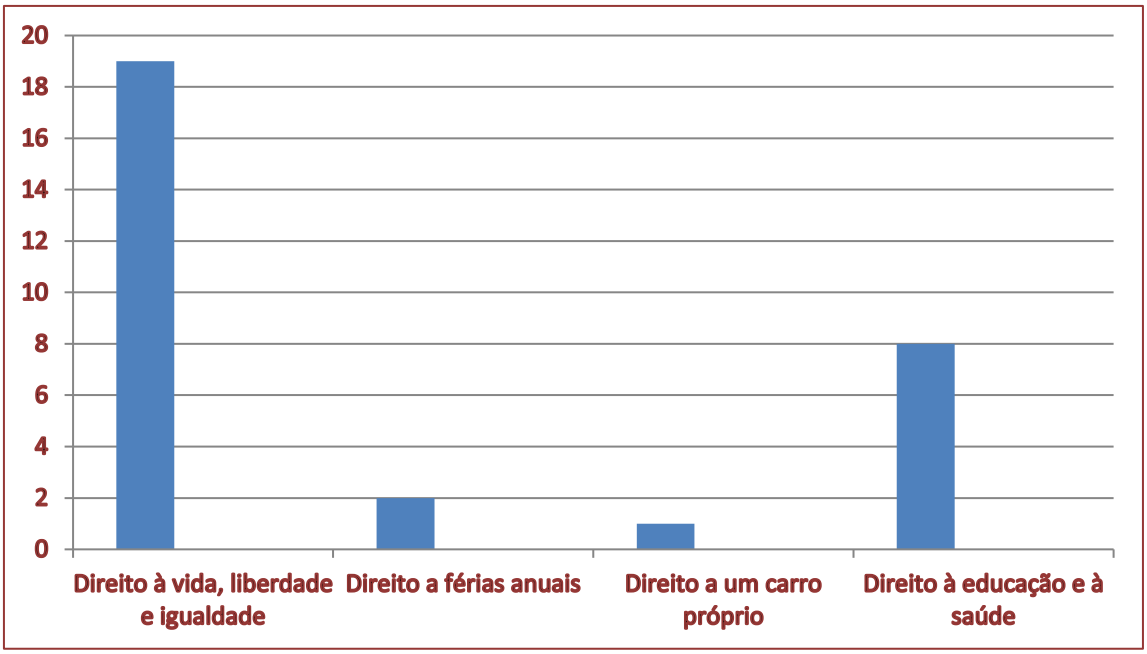
No entanto, as percepções sobre cidadania nas famílias dos alunos revelam realidades muito diferentes, o que mostra que o debate em casa nem sempre acompanha o que é abordado na escola. Aluno A observa que em sua casa o diálogo sobre cidadania é limitado. Seus pais falam sobre a importância de votar, mas não discutem questões mais amplas, como participação política ou ações concretas que podem ser feitas no bairro. Ele acredita que essa falta de aprofundamento nas conversas pode ser resultado de uma educação limitada sobre o tema na própria infância dos pais. Já o aluno B menciona que, embora sua família converse sobre política, a abordagem é superficial. As discussões em casa se concentram em aspectos pontuais, como as eleições e os candidatos, mas não se aprofundam em temas como o papel da cidadania na comunidade ou como podemos contribuir para a transformação da realidade ao nosso redor. Esse tipo de conversa, mais limitada, não permite que o aluno desenvolva uma compreensão mais ampla sobre seu papel como cidadão.

No caso de aluno G (16 anos, que se classificou como de classe baixa), a ausência de diálogo sobre cidadania em sua casa está relacionada à rotina diária de seus pais, que estão muito focados no trabalho e nas questões básicas de sobrevivência. Quando há alguma menção ao governo, o assunto é restrito a comentar notícias da TV ou avaliar se há algum auxílio governamental em determinada situação, sem discutir formas de participação ativa ou coletiva. Essa falta de discussão mais profunda reflete uma dificuldade maior em engajar com questões que demandam um conhecimento mais amplo sobre a organização e funcionamento do Estado e da sociedade. Aluno D, por fim, revela que, em sua casa, as conversas sobre cidadania quase não acontecem. Seus pais são ocupados, e, quando tentam abordar o tema, geralmente são desconsiderados por acharem que são jovens demais para se preocupar com isso. Ele sente que, se houvesse mais espaço para debates sobre o que é ser um bom cidadão e como ajudar o próximo, isso facilitaria sua compreensão sobre seu papel na sociedade.

Essas respostas apontam para uma disparidade significativa entre o que os alunos aprendem na escola e o que vivenciam em casa. Enquanto a escola proporciona um ambiente estruturado para debater temas importantes como cidadania, nas famílias, especialmente nas mais periféricas, essas discussões muitas vezes não ocorrem ou são limitadas por questões práticas e falta de informação. Isso evidencia a necessidade de uma maior conscientização e formação dos pais sobre a importância da educação cidadã, para que a educação que os alunos recebem na escola possa ser complementada e reforçada em seus lares. Dessa forma, o desenvolvimento de uma cidadania plena e crítica poderiam ser mais eficazes, não apenas através da escola, mas também com o apoio da família.

Para facilitar a compreensão do conceito de cidadania, formulamos perguntas objetivas que permitem uma análise mais clara das percepções dos alunos entrevistados sobre esse tema. A primeira pergunta foca em avaliar como os alunos percebem os direitos fundamentais previstos na Constituição, que são essenciais para a construção de uma sociedade justa e democrática. Esses direitos garantem a dignidade e a igualdade de todos os indivíduos, sendo fundamentais para a cidadania plena. Confira o posicionamento dos entrevistados no Gráfico 1:

Gráfico 1: Os direitos fundamentais garantidos pela Constituição a todos os cidadãos



Fonte: Os autores (2024)

A análise dos dados coletados sobre a percepção dos alunos em relação aos direitos fundamentais previstos na Constituição revela aspectos importantes sobre o entendimento da cidadania entre os jovens. Os resultados mostram que a grande maioria dos entrevistados, 19 deles, reconhece corretamente o "direito à vida, liberdade e igualdade" como um direito fundamental. Isso indica uma boa conscientização sobre os princípios basilares da cidadania, que são essenciais para a construção de uma sociedade justa e democrática.

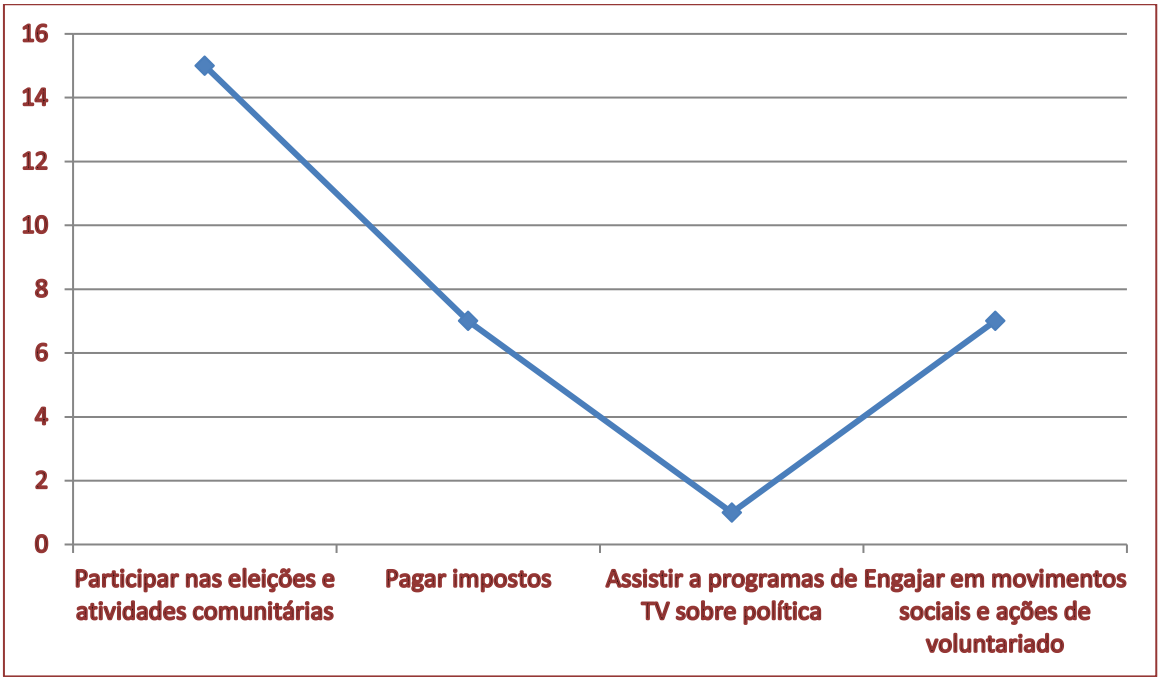
Por outro lado, a menção ao "direito à educação e à saúde" (8 respostas) também destaca uma percepção relevante, refletindo a importância desses direitos na vida cotidiana dos cidadãos. No entanto, a baixa adesão às opções relacionadas a "direito a férias anuais" e "direito a um carro próprio" sugere uma confusão ou falta de clareza sobre o que realmente constitui um direito fundamental. Esses resultados podem indicar que estes alunos não estão totalmente familiarizados com os direitos garantidos pela Constituição.

Além disso, a predominância de respostas voltadas para o direito de cada pessoa sugere que a maioria dos alunos possui um bom entendimento teórico sobre cidadania, mas é crucial considerar se esse conhecimento se traduz em práticas efetivas de cidadania ativa em suas vidas diárias. Para fortalecer esse entendimento, é

fundamental promover discussões mais aprofundadas sobre os direitos fundamentais e sua aplicação, incentivando os alunos a não apenas reconhecê-los, mas também a defendê-los e exercê-los.

Assim, os resultados do Gráfico 1 apontam para uma necessidade de iniciativas educacionais que possam ampliar a compreensão dos direitos fundamentais e sua relevância na formação de cidadãos críticos e engajados. Também buscamos entender qual é o papel do cidadão e como é possível exercer a cidadania no contexto atual. A seguir, apresentamos as respostas no Gráfico 2, que ilustra o que caracteriza a cidadania ativa e as formas de os cidadãos exercê-la.

Gráfico 2: O que caracteriza a cidadania ativa e como os cidadãos podem exercê-la



Fonte: Os autores (2024)

A análise das respostas coletadas por meio dos alunos de três escolas sobre o que caracteriza a cidadania revela nuances importantes sobre a percepção dos jovens em relação ao seu papel na sociedade. Os resultados mostram que a opção "Participação em eleições e atividades comunitárias" foi a mais escolhida, com 15 respostas. Essa alta adesão indica que, para muitos alunos, a cidadania ativa é primariamente associada ao envolvimento em processos democráticos e ao compromisso com a comunidade. Esse reconhecimento é positivo e sugere que os jovens estão cientes da importância de se engajar em atividades que promovem a coesão social e a democracia.

Por outro lado, a opção "Pagar impostos" recebeu 7 respostas. Embora essa seja uma responsabilidade cívica importante, o fato de não ter sido a opção mais votada pode indicar que os alunos veem a cidadania como algo mais relacionado à participação do que a obrigações fiscais. Essa perspectiva pode refletir uma compreensão de cidadania que prioriza a ação social e a influência direta nas decisões políticas.

A escolha de "Assistir a programas de TV sobre política" obteve apenas 1 resposta, o que pode sugerir que os alunos não veem o consumo passivo de informação como uma forma significativa de exercer a cidadania. Essa escolha pode indicar um desejo por formas de engajamento mais ativas e práticas.

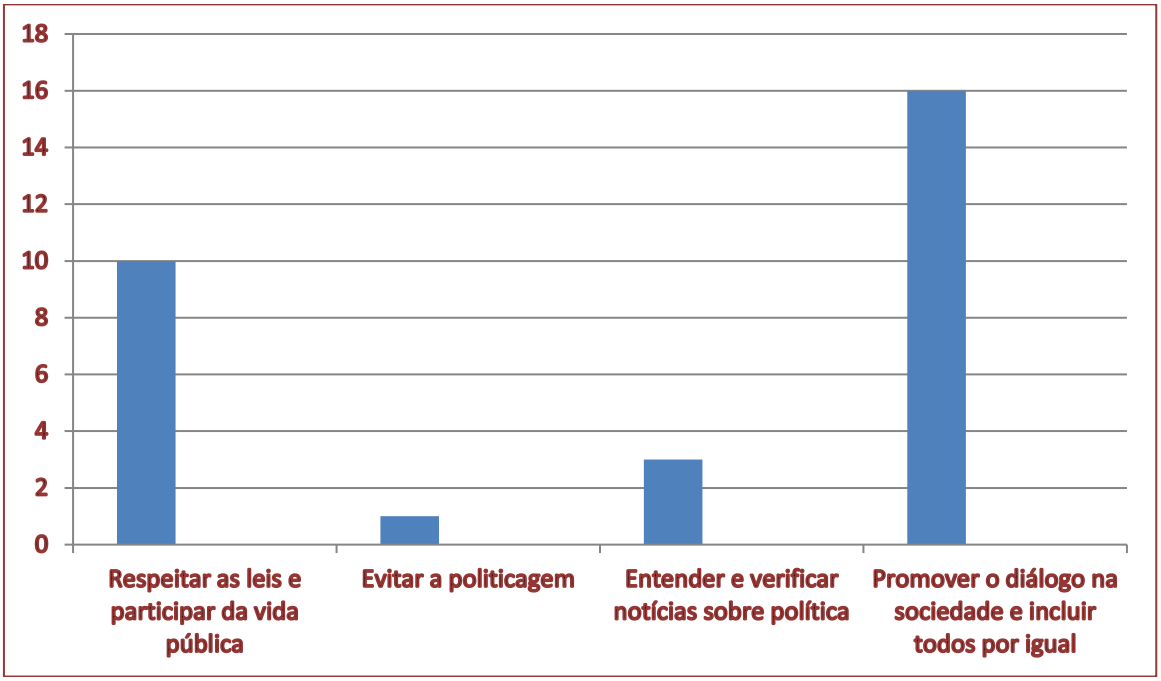
As opções "Engajamento em movimentos sociais e ações de voluntariado" também receberam 7 respostas, refletindo uma valorização das iniciativas sociais e da solidariedade. Isso aponta para uma geração que, embora reconheça a importância da participação cívica tradicional, também se interessa por formas alternativas de ativismo e contribuição social.

Considerando que as respostas vieram de diferentes tipos de escolas, é interessante notar que a diversidade do ambiente educacional pode ter influenciado a percepção dos alunos sobre a cidadania. Enquanto a escola federal pode ter uma abordagem mais crítica e engajada, a particular pode enfatizar a responsabilidade social de maneira diferente. A escola estadual, por sua vez, pode refletir um contexto mais amplo de desafios sociais e políticos que influenciam a visão dos alunos sobre o papel do cidadão.

Em suma, os resultados do Gráfico 2 mostram que, embora os alunos reconheçam diversas formas de exercer a cidadania ativa, há uma preferência por ações diretas e envolvimento na comunidade. Essa compreensão aponta para uma oportunidade às instituições educacionais aprofundarem a discussão sobre cidadania, enfatizando as responsabilidades e também o poder transformador do engajamento social. Essa abordagem pode contribuir à formação de cidadãos mais conscientes e ativos em suas comunidades.

Nesta pesquisa, buscamos também entender como os alunos percebem as responsabilidades de cada cidadão na construção de uma sociedade democrática. A seguir, apresentamos as respostas no Gráfico 3, que ilustra quais são as principais responsabilidades que os cidadãos devem assumir nesse contexto.

Gráfico 3: Principais responsabilidades de um cidadão em uma sociedade democrática



Fonte: Os autores (2024)

A análise crítica dos dados do gráfico apresentado revela informações importantes sobre a percepção dos alunos da 1ª Série do ensino médio em relação às responsabilidades de um cidadão em uma sociedade democrática. Ao todo, foram entrevistados 30 alunos, e as respostas mostram um panorama interessante sobre como esses jovens veem seu papel na construção da cidadania. Veja que a opção "Promover o diálogo na sociedade e incluir todos por igual" foi a mais escolhida. Isso indica uma forte valorização da comunicação e da inclusão como pilares fundamentais para a convivência democrática. Esses alunos parecem reconhecer que a construção de uma sociedade mais justa e igualitária depende da capacidade de dialogar e respeitar as diferentes vozes. Essa resposta sugere uma consciência social e um desejo de promover um ambiente em que todos possam participar ativamente.

A segunda resposta mais votada foi "Respeitar as leis e participar da vida pública". Essa opção reflete um entendimento básico da cidadania, onde a observância das leis é vista como um dever essencial. Contudo, é interessante notar que, apesar de ser uma responsabilidade importante, não é a prioridade máxima para esses estudantes, o que pode indicar uma visão mais crítica sobre a eficácia das leis e instituições existentes. As opções "Evitar a politicagem" e "Entender e verificar notícias sobre política" tiveram um número de votos significativamente menor, respectivamente. Isso pode indicar que os alunos não veem a politicagem como um problema central ou talvez sintam que é algo que

foge ao seu controle. A baixa ênfase em entender notícias políticas também pode refletir certa desilusão com a política, sugerindo que os jovens não se sentem suficientemente motivados ou capacitados para se engajar de forma crítica com as informações disponíveis.

A análise desses dados nos leva a refletir sobre a formação cívica e política desses alunos. A forte ênfase no diálogo e na inclusão sugere que eles têm um potencial positivo para a construção de uma sociedade democrática. No entanto, a falta de interesse em aspectos como a verificação de informações e a politicagem destaca a necessidade de uma educação que não apenas informe, mas também empodere esses jovens alunos a serem cidadãos críticos e atuantes.

Assim, é fundamental que as escolas, tanto públicas quanto particulares, promovam um ensino que estimule o pensamento crítico sobre política e cidadania, preparando os alunos não apenas para respeitar leis, mas para serem agentes ativos na construção de uma sociedade mais democrática e justa.

3.2 Relação com a Teoria e Implicações para a Prática Pedagógica

Essa pesquisa confirma que, embora muitos alunos compreendam a cidadania como um direito formal, poucos têm uma visão crítica sobre seu papel em processos sociais mais amplos. Isso pode ser atribuído ao fato de que, no ambiente escolar, as abordagens pedagógicas muitas vezes não favorecem uma reflexão mais profunda sobre a cidadania e seus aspectos políticos e sociais, como sugerido por Arroyo (1995) e Libâneo (2001). A falta de práticas pedagógicas que estimulem uma participação ativa, bem como uma reflexão mais crítica sobre as condições sociais e políticas em que estão inseridos, pode ser um dos fatores que contribui para a superficialidade dessas percepções.

Segundo Rezende (2023) a educação contemporânea, no Brasil e nas demais nações capitalistas, tem-se voltado cada vez mais às formas instrumentalistas da aprendizagem, pautadas em didáticas tecnicistas voltadas, sobretudo, para o rankeamento dos resultados. Este modelo educacional, segundo a autora, corrobora “[...] na preparação contínua do cidadão neoliberal produtivista, eficiente e eficaz para manutenção da roda dominante do poder do capital”. (Rezende, 2023, p. 116).

Nesse sentido, esta pesquisa está em consonância com a teoria de Paro (2011), que enfatiza a necessidade de práticas pedagógicas que conectem os conteúdos escolares à realidade dos alunos, permitindo que eles se vejam como sujeitos transformadores da

sociedade.

Embora os resultados da pesquisa mostrem um certo consenso, entre a maioria dos alunos, associando cidadania ao acesso aos direitos e deveres civis, estes mesmos alunos não associaram esses conhecimentos a uma práxis política efetiva na sociedade. Assim, percebeu-se a inclinação dos jovens conceituarem cidadania a partir da lógica hegemônica, ou seja, a elaborarem um conceito de cidadania como garantia de direitos individuais, acesso aos bens de consumo e à manutenção da sociedade do emprego e isso tudo em prol da formação do cidadão para a lógica do capital.

Os resultados desta pesquisa ressaltam a necessidade de revisar as práticas pedagógicas voltadas para o ensino da cidadania. É essencial que as escolas adotem abordagens mais ativas e reflexivas, que permitam aos alunos compreenderem a cidadania como um processo contínuo e dinâmico de participação social e política. A educação para a cidadania deve estar intrinsecamente ligada à promoção de uma educação crítica, que capacite o estudante a se enxergar como um agente de transformação da realidade.

Nesse sentido, reforçamos as contribuições de Libâneo (2001) e Gohn (2011), que afirmam que, para que a cidadania seja efetivamente compreendida, ela precisa ser contextualizada na realidade social dos alunos, o que implica a reflexão sobre o cenário político, social e cultural em que estão inseridos. Portanto, é fundamental que os professores adotem metodologias que incentivem debates, atividades de reflexão e projetos coletivos, envolvendo a comunidade escolar de forma ativa. Essas práticas com certeza contribuem para aproximar os alunos da vivência e da prática cidadã de maneira significativa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa revelou a diversidade de concepções de cidadania entre os alunos da 1ª Série do Ensino Médio, evidenciando a influência de fatores sociais, familiares e educacionais na formação dessas percepções. Embora muitos estudantes compreendam a cidadania em termos de direitos e deveres legais, essa visão tende a ser limitada e pouco crítica. Por outro lado, algumas respostas obtidas em campo de pesquisa indicaram uma compreensão mais ampla da cidadania, envolvendo solidariedade e a responsabilidade social, aspectos que são essenciais para a construção de uma sociedade mais justa e inclusiva.

Os resultados apresentados nessa pesquisa apontam para a necessidade de uma revisão nas práticas pedagógicas voltadas para o ensino de cidadania. Para que os alunos desenvolvam uma percepção mais crítica e ativa sobre o seu papel na sociedade, é fundamental que as abordagens educativas estejam mais conectadas com suas realidades e incentivem a reflexão sobre questões políticas, sociais e culturais. A educação cidadã não pode se restringir ao ensino de conteúdos técnicos ou formais, mas deve promover o engajamento dos alunos em processos de transformação social.

Portanto, esta pesquisa reforça a importância de metodologias que favoreçam a participação ativa dos alunos, como debates, projetos coletivos e atividades que estimulem a reflexão crítica. Essas abordagens não apenas ajudam a ampliar a compreensão da cidadania, mas também contribuem para a formação de cidadãos conscientes e engajados na construção de um bem comum.

Em síntese, a cidadania deve ser entendida como um processo dinâmico e contínuo, que vai além do cumprimento de deveres legais e da reivindicação de direitos. A escola, como espaço formador, desempenha um papel essencial nesse processo, e suas práticas pedagógicas precisam ser adaptadas para fomentar um entendimento mais profundo e participativo da cidadania, preparando os alunos para atuarem de maneira transformadora em suas comunidades e na sociedade em geral.

REFERÊNCIAS

[1] ARROYO, Miguel G. **Educação e exclusão da cidadania**. In: BUFFA, Ester et al. Educação e cidadania. Quem educa o cidadão? 5. ed. São Paulo: Cortez, 1995. p. 3180.

[2] BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil (CRFB)**. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 1º nov. 2020.

[3] DALBOSCO, Claudio Almir. Educação superior e os desafios da formação para a cidadania democrática (). **Avaliação:** Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas), v. 20, n. 1, p. 123–142, mar. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aval/a/QDSV7wHqtszRMqYYrnGrdZf#ModalTutors. Acesso em: 06 nov. 2024.

[4] GAILLE, Marie. **Le citoyen**. Paris: Flammarion, 1998.

[5] LIBANEO, José Carlos. **Buscando a qualidade social do ensino**. In: Organização e Gestão da Escola – Teoria e Prática. Goiânia: Editora Alternativa, 2001. p. 53-60.

[6] GOHN, Maria da Glória. **Movimentos sociais na contemporaneidade**. Revista Brasileira de Educação, v. 16, n. 47, p. 213-228, maio-ago. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbedu/a/vXJKXcs7cybL3YNbDCkCRVp/?format=pdf&lang=pt.

Acesso em: 10 out. 2024.

[7] PARO, Vitor. **A educação, a política e a administração: reflexões sobre a prática do diretor de escola**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 763-778, set./dez. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ep/a/z3kMwmdfKMTGM6pb6ZKzXjt/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 09 out. 2024.

[8] REZENDE, Paula Junqueira da Silva. **O Pibid enquanto legitimação das estratégias neoliberais na educação:** a formação, o trabalho docente e o desmonte dos cursos na Universidade Estadual de Goiás (2012-2018). 2023. 387p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

[9] RIBEIRO, Marlene. **Educação para a cidadania: questão colocada pelos movimentos sociais**. Educação em Revista, v. 18, n. 2, p. 43-63, 2002. DOI: 10.1590/S1517-97022002000200009. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1517-97022002000200009. Acesso em: 05 set. 2024.

Capítulo 5

Secas históricas e crise hídrica no município de Iporá em Goiás

Dr. Plácido Fabrício Silva Melo Buarque
Dr. Derick Martins Borges de Moura
Dr. Gustavo Zen de Figueiredo Neves
Dr. Elis Dener Lima Alves
Dr. Valdir Specian
Dr. Diego Narciso Buarque Pereira
Dr. Diego Pinheiro Alencar
Dra. Juheina Lacerda Ribeiro Viana Alencar
Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz
Heloísa Silva Farias
Jordana Angélica Siqueira
Soffia Tavares Rocha
Akila Pricila Lemes Monteiro

Resumo: No Brasil central, a partir da década de 1980 ocorre uma tendência de déficit hidrológico sem precedentes nos últimos 700 anos. Isto está associada ao regime de eventos extremos de seca da monção da América do Sul que tem impactado o estado de Goiás. Com isso, são observadas graves crises hídricas em muitos municípios de Goiás com destaque para Iporá. Esta crise hídrica pode estar associada a variabilidade hidroclimática natural e fatores antropogênicos, por exemplo, mudança do uso da terra, recentes mudanças climáticas e aquecimento global. Portanto, o presente estudo de pesquisa tem como objetivo identificar as secas históricas ocorridas no município de Iporá, a fim de analisar as consequentes crises hídricas provocada pela escassez hídrica na Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio (BHRSA), que é a única fonte de abastecimento de água para a cidade de Iporá-GO. Os nossos resultados revelaram que a partir de 2010 ocorre um período mais seco, o qual ocorreram eventos de seca moderada (2013 e 2015), seca severa (2011 e 2020) e seca extrema em 2024. Destaca-se o ano de 2024 o qual apresentou a maior seca dos últimos 54 anos. Este evento extremo de seca no ano de 2024 em Iporá, entre os meses de setembro e outubro, quando ocorre o ápice da estação seca, acarretou o desabastecimento em algumas residências e foi necessário o racionamento de água para consumo na cidade. Os resultados deste trabalho poderão auxiliar o município de Iporá na vulneráveis as mudanças climáticas no século XXI. Além disso, esta informação é fundamental para embasar políticas públicas de mitigação e adaptação às mudanças hidroclimáticas pelos gestores de recursos hídricos e energia, a fim de diminuir a vulnerabilidade das populações e de setores econômicos da região centro-oeste de Goiás. Ressalta-se que esse estudo de pesquisa científica faz parte do projeto PDCTR/FAPEG (2021/10267000878).

Palavras-chave: Índice de seca, balanço hidrológico, recursos hídricos, aquecimento Brasil central

1. INTRODUÇÃO

As principais características físicas que influenciam a disponibilidade hídrica de na bacia hidrográfica do Tocantins-Araguaia é primeiramente a pluviosidade, que representa a entrada de água no sistema da bacia hidrográfica (ANA 2009). Sendo, a precipitação regional da bacia Tocantins-Araguaia foi em média anual de 1.371,2 mm entre os anos de 1965 a 2020. Enquanto, no município de Iporá possui uma pluviosidade média anual de 1617 mm (ALVES, PRADO e SPECIAN, 2010).

Entretanto, desde 1950, dados instrumentais hidrológicos de precipitação, evaporação e vazão de rios registram um aumento no déficit do balanço hídrico de bacias hidrográficas do Tocantins-Araguaia, indicando maior o risco de seca no século XXI em Goiás (BUARQUE et al. 2023; BUARQUE et al. 2024).

O período de seca na região oeste de Goiás, caracterizada por valores de precipitação abaixo da média com durante de três a seis meses sem chuva BUARQUE et al. 2023). A variabilidade do ciclo hidrológico da monção da América do Sul revela que valores de acumulado de chuva e evaporação menores de um desvio padrão (-0.1σ) podem ser considerados como eventos anômalos de seca (DAI, 2011; STRÍKIS et al., 2024). Contudo, entre os aspectos que promovem a redução na disponibilidade de água para abastecimento público pode-se destacar os fatores locais como desmatamento, degradação do uso da terra, ondas de calor e incêndios florestais podem agravar as condições das secas (MARENGO et al., 2020; IPCC, 2019).

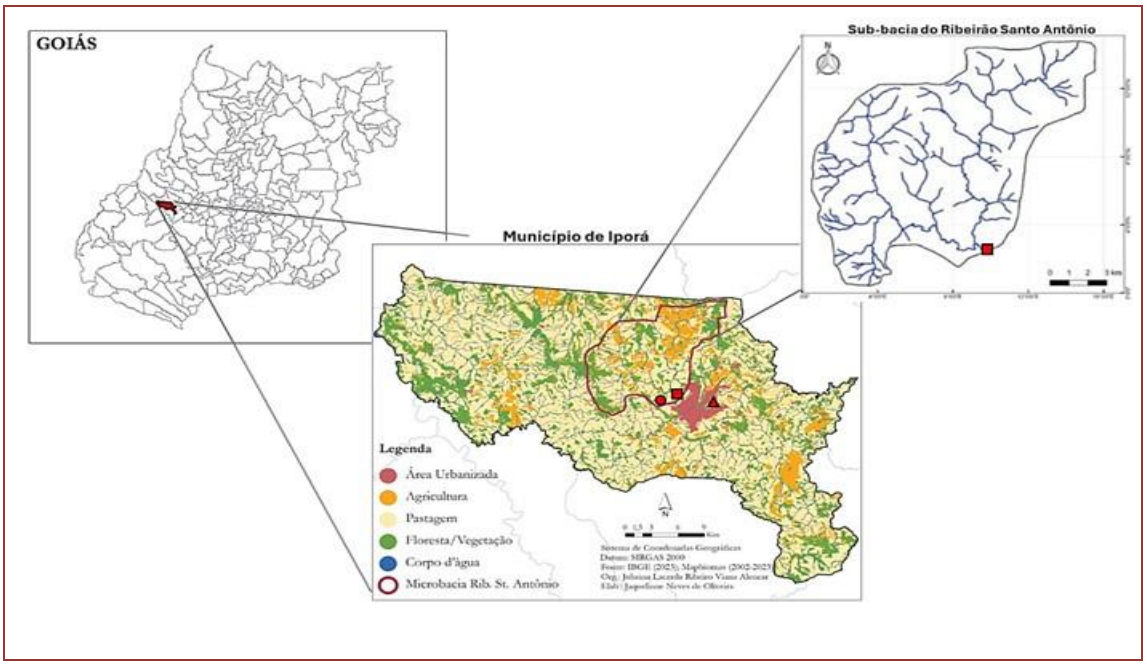
Dessa forma, a problemática é o risco de desabastecimento hídrico da cidade de Iporá, gerado pela escassez hídrica na Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio (BHRSA) (fonte produtora e armazenadora de água), nos períodos críticos de estiagem (meses de setembro e outubro). Desta forma, é necessário que ocorra planejamento ambiental para uso e ocupação da BHRSA, com ênfase na recuperação urgente das APP's e matas ciliares. Avaliação de técnicas em solo agricultáveis para retenção de águas pluviais para reabastecer o lençol freático, planejamento quanto ao escoamento das águas pluviais a fim de ter mais condições para infiltração e recarga das águas subterrâneas, entre outras soluções de curto e médio prazo (ARANTES e MOURA 2023).

Este estudo tem como objetivo identificar as secas históricas ocorridas no município de Iporá, a fim de analisar as consequentes crises hídricas provocada pela escassez hídrica na Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio (BHRSA), que é a única fonte de abastecimento de água para a cidade de Iporá-GO.

2. METODOLOGIA

A área de estudo está localizada no município de Iporá cujo a coordenada geográfica é representada pela latitude (16° 26′ 31″ S) longitude (51° 07′ 04″ O), com altitude média de 610 metros (**Figura 1**).

Figura 1: Área de estudo com destaque para a localização das duas estações meteorológicas com registro da precipitação (triângulo) e temperatura (círculo). Além da localização da estação de abastecimento de água municipal (quadrado).



A análise de secas hidroclimáticas em Iporá foi realizada por meio da obtenção dos dados meteorológicos de temperatura e precipitação referente ao ano hidrológico de duas estações meteorológicas em Iporá, são elas respectivamente (**Tabela 1**): (1) estação INMET WMO A028 entre os anos de 2017-2024 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (www.inmet.gov.br); (2) estação ANA e CPRM 1651001, entre os anos de 2013-2021 e da Agência Nacional de Águas – ANA (www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas).

O índice de seca foi calculado a partir do Dryness index (DI) de cordo com NAGARAJAN, (2009) que utiliza a precipitação (P) e a temperatura (T), conforme a seguinte fórmula:

$$DI = 56 \frac{\ln(120\ P)}{\sum T}$$

Tabela 1: Informações das estações pluviométrica e de temperatura utilizadas neste trabalho.

DADOS DA ESTAÇÃO	PRECIPITAÇÃO	TEMPERATURA
Nome da estação	IPORÁ	IPORÁ
Código	1651001	A028
Bacia	RIO TOCANTINS	RIO TOCANTINS
SubBacia	RIO ARAGUAIA, CAIAPO, RIO CLARO	RIO ARAGUAIA, CAIAPO, RIO CLARO
Estado	GOIÁS	GOIÁS
Município	IPORÁ	IPORÁ
Resp./Operadora	ANA/CPRM	INMET
Período	1945 – 2024	2013 - 2021
Latitude	16°25'39.5"S	16°25'23.8"S
Longitude	51°4'56.3"O	51°8'52.8"O
Altitude (m)	602	610

O índice de seca Dryness index pode ser interpretado de acordo com as categorias dos eventos com os valores de percentil, conforme a **Tabela 2**.

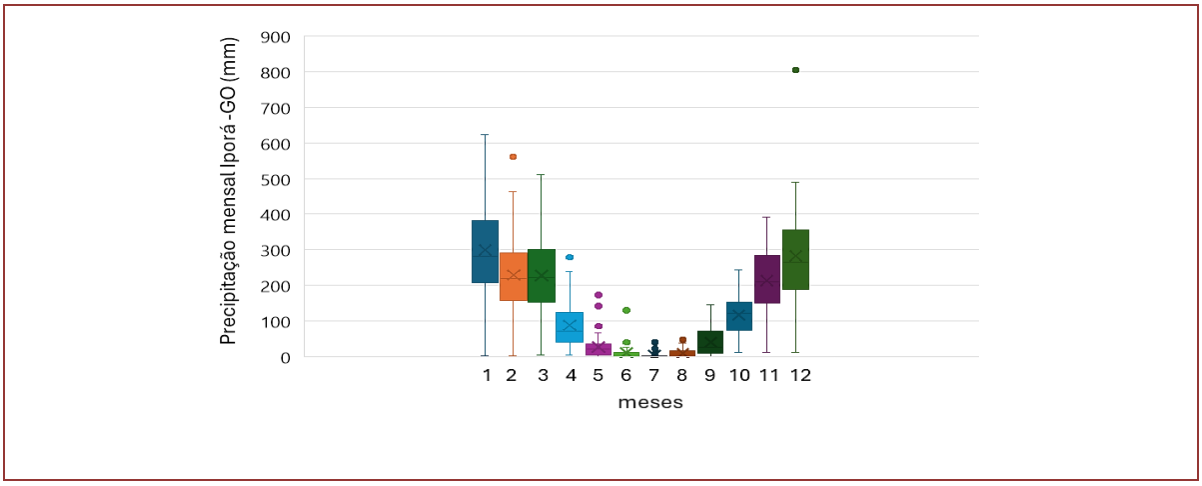
Tabela 2: Classificação da intensidade da seca pelo Índice de seca (Dryness index). (Fonte: Adaptado de Mckee, 1993 e WMO, 2012).

VALORES DE PERCENTIL	CATEGORIA DO EVENTO
0.98 σ	Chuvoso extremo
0.95 σ	Chuvoso severo
0.93 σ	Chuvoso moderado
0.1 σ	Seco moderado
0.03 σ	Seco severo
0.05 σ	Seco extremo

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

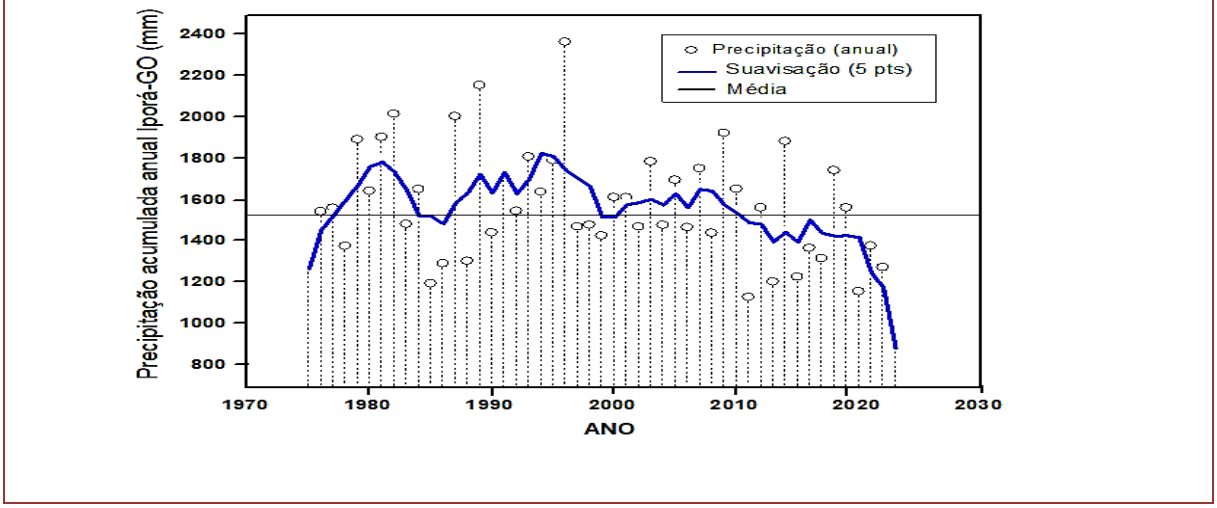
A precipitação no município de Iporá caracteriza-se por apresentar distribuição de precipitação semestral marcado por dois períodos, são eles: o período seco, que ocorre entre os meses de abril a setembro, enquanto o período chuvoso ocorre entre os meses de outubro a março nesta região da Bacia do Araguaia, sub-bacia do Ribeirão Santo Antônio. A figura 2 apresenta o regime de precipitação mensal entre os anos de 1975-2024 para a série estudada.

Figura 2: Boxplot de distribuição da precipitação mensal entre os anos de 1975-2024 para a município de Iporá em Goiás.



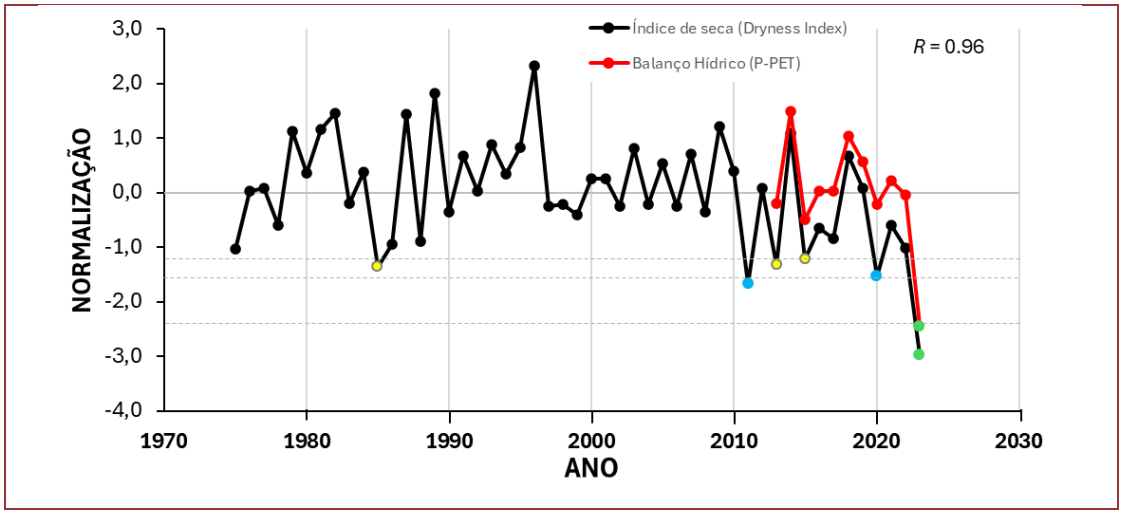
Assim, as análises do regime pluviométrico anual referente ao ano hidrológico (outubro a março) mostraram valores médios entre os anos de 1975 – 2024 de 1540 mm de chuva (**Figura**). Além disso, a **Figura 3** indica um período mais chuvoso entre os anos de 1970 a 2000, enquanto a partir de 2010 ocorre um período mais seco. Destaca-se o ano de 2024 com a maior seca dos últimos 54 anos. O agravamento do déficit hídrico nas últimas décadas, indica um aumento na frequência e intensidade das secas na região de estudo, relacionado as mudanças climáticas e alterações na cobertura e uso da terra que interferem hidrologia de uma bacia hidrográfica (NEVES *et al.*, 2024; BUARQUE *et al.*, 2024).

Figura 3: Pluviosidade anual referente ao ano hidrológico do período de 1975 a 2024no município de Iporá - GO. A linha azul representa a curva de suavização de 5 anos, utilizando uma função polinomial de 2ºgrau.



Os resultados do índice de seca revelaram a ocorrência de três tipos de secas nos últimos 50 anos (**Figura 4**), são elas: (1) **Seca moderada,** ocorreram nos anos de 1985, 2013 e 2015, a partir dos valores abaixo de -1.2σ percentil; (2) **Seca severa,** ocorreram nos anos de 2011 e 2020, a partir dos valores abaixo de -1.5σ percentil; **Seca extrema,** ocorreu no ano de 2024, a partir dos valores menores que -2.3σ percentil. Destaca-se o evento de seca do ano de 2024, quando apresentou mais de 150 dias sem chuva, assim caracterizado como a maior seca no município de Iporá dos últimos 50 anos.

Figura 4: Comparação entre as séries histórica do índice de seca (Dryness Index) e do balanço hídrico no município de Iporá - GO.



Obs: As circunferências amarelas indicam os anos de secas moderadas (1986, 2013, 2015), as circunferências amarelas indicam os anos as secas severas (2011, 2020) e a circunferência vermelha indicam o ano de seca extrema (2024). As linhas pontilhas horizontais indicam o percentil de -1.2σ percentil (seca moderada), -1.5σ percentil (seca severa) e -2.3σ percentil (seca extrema).

A série histórica do balanço hídrico simplificado (Precipitação – Evapotranspiração) mostrou uma alta correlação significativa de $R = 0.96$ com o índice de seca. Entretanto, o balanço hídrico apresentou menor amplitude e apenas o registro da seca extrema do ano de 2024 (**Figura 4**). Os fatores climáticos que podem ter causado este evento de seca extrema podem estar associados: 1) ao baixo volume pluviométrico de 895 mm entre 2023/24, ou seja, choveu um pouco mais da metade em relação à média histórica (1.540 mm); 2) um outro fator foi o aumento da temperatura de 2.7ºC acima da média histórica (24.7ºC) entre os anos de 2023/24.

De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), alguns estados brasileiros sofreram com o aumento de ondas de calor, com variações de cinco a dez graus acima da média, no ano de 2023 (GOUVEIA *et al*.,2022). Segundo GOUVEIA et al. (2022) o estudo apontou também, que 2023 foi considerado o ano mais quente de todos os tempos no mundo e 2024 pode superar, já que em setembro do ano passado, temperaturas acima dos 40°C duraram até uma semana, enquanto no ano de 2024, praticamente o mês inteiro ultrapassou a marca. Neste sentido, a onda de calor extrema na região central do Brasil pode estar associada ao ENSO – El Niño Oscilação Sul, o qual foi registrado maior valor do ENSO para o ano 2024 em relação ao dos últimos século (IPCC, 2019). Este fenômeno El Niño causa aumento de temperatura na região central do Brasil (KAYANO *et al.,* 2017).

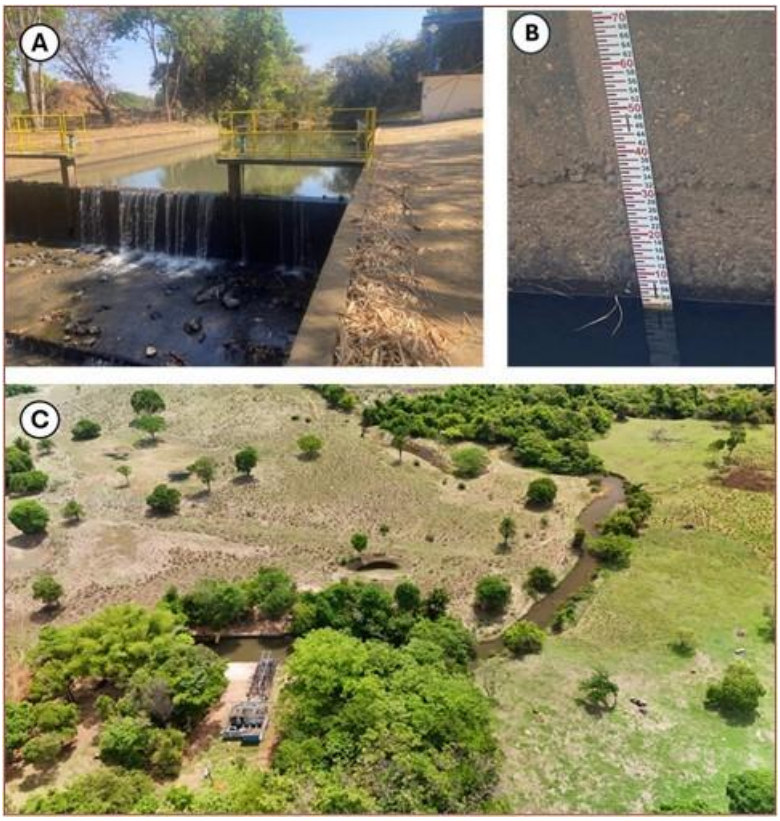
Segundo Sousa e Moura (2022), a região oeste de Goiás, na bacia do Araguaia na sub-bacia do rio Caiapó, foi observada um período de seca prolongado entre os anos de 2010 a 2020 que está associada ao aumento da evapotranspiração potencial, que é resultado do aumento da temperatura e da diminuição da precipitação. Neste sentido, na região oeste de Goiás, identificou uma redução de dias chuvosos nas últimas décadas, sendo observado na bacia do rio Caiapó que a diminuição da precipitação estava associada ao aumento da evapotranspiração potencial, ocasionando um período de seca prolongado de até 100 dias anuais que repercutiu diretamente no decréscimo das vazões dos rios nesta região (ALVES e PRADO, 2011; SOUSA e MOURA, 2022; NEVES et al. 2024).

Nesse contexto, foi observado neste trabalho a diminuição extrema da vazão do Ribeirão Santo Antônio que é o rio onde realiza-se a captação pela SANEAGO para o abastecimento da em Iporá (**Figura 5**). Segundo a agência da SANEAGO, a captação normal diária de água é de 150-170 L/s, entretanto no mês de outubro o rio parou de verter a água e a captação ficou restrita ao volume de água represada, em razão da forte estiagem no ano de 2024 quando a cidade ficou sem chuva por mais de 160 dias. Segundo o INPE as áreas com maior número de dias secos na última década estão nas regiões no centro-oeste e nordeste. Então, o volume da captação de água no mês de outubro foi reduzido a 70 L/s o que ocasionou uma crise hídrica e consequente racionamento de água na cidade de Iporá.

Neste sentido, em Iporá, no final do ano de 2017, conforme noticiado no jornal local Oeste Goiano (2017), houve desabastecimento em algumas residências e foi necessário o racionamento de água para consumo na Cidade, o que provocou a mobilização do Poder Público e da Iniciativa Privada para gerenciar esse problema (ARANTE e MOURA, 2023).

Ressaltar-se que a única outorga emitida para uso das águas do Ribeirão Santo Antônio foi da Empresa Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO, que também foi autuada no ano de 2017 devido ao não cumprimento das condicionantes da outorga emitida, ou seja, a captação estava autorizada para captar até 90 litros/segundo, e a empresa estava instalada para captar 140 litros/segundo, sendo acima da outorga emitida. Com isso, em 2024 diversos órgãos público tais como Ministério Público, Defesa civil, Polícia civil, SEMAD, entre outros realizaram uma operação para dar suporte às ações de combate à crise hídrica, mas também de investigar as infrações ambientais que possam estar contribuindo para a escassez hídrica, por exemplo, destruição de Áreas de Preservação Permanentes (APP) de mata ciliar do ribeirão Santo Antônio. O qual observa-se áreas desmatadas nas margens do ribeirão próxima a área captação de água para abastecimento da cidade (**Figura 5C**).

Figura 5: (A) Vista do dia 29/08/2024 da estação da SANEAGO de coleta de água para o abastecimento público da cidade de Iporá. (B) régua mostrando 0,1 mm, ou seja, registro da menor marca de vazão do rio;.(C) foto aérea por meio de drone da estação de abastecimento da SANEABO



Segundo ARANTE e MOURA (2023), para gerenciar a problemática da escassez hídrica na Alta Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio (BHRSA), que é a única fonte

de abastecimento de água para a cidade de Iporá-GO, é necessário uma série de medidas junto aos órgãos públicos federal, estadual e municipal. Estas medidas consistem em: fiscalizações na BHRSA feitas pelo órgão ambiental estadual competente; criação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMMADES; Criação do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente – CODEMA; realização de projetos e cursos acadêmicos de educação ambiental para gestão dos recursos hídricos da BHRSA; monitoramento mensal da vazão feitas pela empresa de Saneamento Goiás S/A - SANEAGO na barragem de captação de água no Ribeirão Santo Antônio. E pela iniciativa privada: adequação dos usuários dos recursos hídricos da bacia com relação às outorgas ou sua dispensa; recuperação e manutenção de Áreas de Preservação Permanente – APPs ao redor do Ribeirão Santo Antônio, seus afluentes e nascentes.

4. CONCLUSÃO

Portanto, conclui-se que a crise hídrica no município de Iporá é a pior das últimas décadas pois está associada a uma forte tendência de secas que tem reduzido em muito o abastecimento do Ribeirão Santo Antônio. Associado a este grave problema hídrico estão os fatores antrópicos de uso e cobertura do solo, de mudanças climáticas e de má gestão dos mananciais hídricos o que tem acarretado a crise hídrica com racionamento de água no município.

REFERÊNCIAS

[1] ALVES, Elis Dener Lima, PRADO, Marcos Fernando, SPECIAN, Valdir. Análise da Variabilidade Climática da Precipitação pluvial em Barra do Garças, Mato Grosso. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities resear chmedium, Uberlândia, v. 2, n.2, p. 512-523, jul./dec. 2011.

[2] ANA – Agência Nacional de Águas. Plano Estratégico do Tocantins. Brasília, 2009.

[3] ARANTES, R.M.; MOURA, D.M.B. Ações do poder público e da iniciativa privada no enfrentamento da escassez hídrica para abastecimento da cidade de Iporá, nos anos de 2017 a 2019. In: MOURA, D.M.B.; SOUZA, F.A.; SPECIAN, V.; ALVES, W.S.; REZENDE, P.J.S.; OLIVEIRA, D.J.L.; BUARQUE, P.F.S.M. livro: Estudos Socioambientais no Contexto do Cerrado Goiano. Volume 1. 1ª Edição. Belo Horizonte. Editora Poisson. 2023.

[4] BUARQUE, P.F.S.M.; ALVES, E.D.L.; SOUZA, G.B.S. MOURA, D.M.B.; SPECIAN, V. Variabilidade hidroclimática das secas no Brasil central durante o último século. In: MOURA, D.M.B.; SOUZA, F.A.; SPECIAN, V.; ALVES, W.S.; REZENDE, P.J.S.; OLIVEIRA, D.J.L.; BUARQUE, P.F.S.M. livro: Estudos Socioambientais no Contexto do Cerrado Goiano. Volume 1. 1ª Edição. Belo Horizonte. Editora Poisson. 2023.

[5] BUARQUE, P.F.S.M. et al. Hydrometeorological drought and agricultural impacts

over southwestern Tocantins river basin, Brazil. Em submissão. 2024.

[6] DAI, Aiguo. Drought under global warming: a review. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, v. 2, n. 1, p. 45-65, 2011.

[7] GOUVEIA, C.D. et al. Uncertainties in projections of climate extremes indices in South America via Bayesian inference. International Journal of Climatology. v.42, n.14. 11 abr. 2022.

[8] IPCC, Valérie Masson-Delmotte, Pörtner, H.-O., Skea, J., Zhai, P., Roberts, D., Shukla, P. R., Pirani,A., Pidcock, R., Chen, Y., Moufouma-Okia, W., Connors, S., Zhou, X., Péan, C., Matthews, J. B. R.,Gomis, M. I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M. and Waterfield, T.: Sumário para Formuladores de Políticas, , 28, 2019.

[9] KAYANO, M. T., Andreoli, R. V., de Souza, R. A. F., & Garcia, S. R. (2017). Spatiotemporal variability modes of surface air temperature in South America during the 1951–2010 period: ENSO and non-ENSO components. International Journal of Climatology, 37, 1-13.

[10] MARENGO, J. A., Cunha, A. P. M. A., Nobre, C. A., Ribeiro Neto, G. G., Magalhaes, A. R., Torres, R. R.,Sampaio, G., Alexandre, F., Alves, L. M., Cuartas, L. A., Deusdará, K. R. L. and Álvala, R. C. S.:Assessing drought in the drylands of northeast Brazil under regional warming exceeding 4 °C, NatHazards, 103(2), 2589–2611, doi:10.1007/s11069-020-04097-3, 2020.

[11] NAGARAJAN, R. Drought assessment. Springer Science & Business Media, 2010.

[12] NEVES, G. Z. D. F., Santos, B. C. D., Buarque, P. F. S. M., et al. Índices de extremos climáticos e tendências de precipitação no estado de goiás e distrito federal (Brasil). Revista Brasileira de Climatologia, Dourados, MS, v. 34, Jan. / Jun. 2024.

[13] SOUSA, F. A.; MOURA, D. M. B. Evapotranspiração potencial (ETp) e sua influência na vazão de rios do Cerrado Brasileiro. Élisée - Revista De Geografia Da UEG, 11(1), 2022.

[14] STRÍKIS, N. M., BUARQUE, P. F. S. M., CRUZ, F. W., Bernal, J. P., Vuille, M., Tejedor, E., ... & Novello, V. F. Modern anthropogenic drought in Central Brazil unprecedented during last 700 years. Nature communications, 15(1), 1728. 2024.

Capítulo 6

Zoneamento agroclimático para viticultura na mesorregião Sul Goiano

Thiago Rocha
Universidade Federal de Jataí/GO – UFJ. Departamento de Pós-Graduação em Geografia

Hildeu Ferreira da Assunção
Universidade Federal de Jataí/GO – UFJ. Departamento de Pós-Graduação em Geografia

Valdir Specian
Universidade Estadual de Goiás/GO – UEG Unidade de Iporá. Departamento de Geografia

Washington Silva Alves
Universidade Estadual de Goiás/GO – UEG Unidade de Iporá. Departamento de Geografia

Resumo: A presente pesquisa tem como objetivo principal gerar os mapas de zoneamento agroclimático para a viticultura para a Mesorregião Sul Goiano, utilizando dados climáticos e geográficos. A metodologia partiu do referencial teórico sobre zoneamento agroclimático, as técnicas de cartografia e geoprocessamento. As técnicas de cartografia e geoprocessamento foram utilizadas para execução do zoneamento agroclimático. Além disso, foram aplicadas as variáveis de temperatura média anual disponíveis do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP, do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, com um recorte temporal provenientes da série histórica de 2000 a 2023. Para retirar o valor do Indice Hídrico, primeiro foi preciso extrair os dados para o balanço hídrico. Estes valores estão disponíveis no Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (SISDAGRO). Os resultados foram: sobre a precipitação pluviométrica, os maiores volumes da média anual da precipitação (mm) estão concentrados nos municípios de Jataí (A016) e Rio Verde (A026), com valores anuais entre 1400,0 mm a 1550 mm. Já nos municípios de Morrinhos (A003) e Caiapônia (A023) a média anual é inferior (1050,0 mm a 1200,0 mm), em relação aos demais municípios. Com relação à temperatura média do ar, para a área de estudo, foi registrada entre 16,9 °C a 23,9 °C. Em São Simão, foi o município que registrou a maior média anual 24,2 ºC. A distribuição espacial do IH para a área de estudo, foi identificado que os munícipios apresentaram abaixo de 50 mm, o que indica favorável para o cultivo da videira. O zoneamento agroclimático apresentou 100% da área do estado com aptidão restrita para o cultivo da videira. Neste caso, o viticultor precisa ficar atento ao manejo cultural da vinha, como, por exemplo, a inserção da irrigação. A análise completa e criteriosa dos dados, considerando todos os fatores relevantes, pode auxiliar no planejamento estratégico da viticultura na área de estudo, buscando soluções inovadoras, por exemplo, desenvolvimento de variedades mais tolerantes ao estresse hídrico. Portanto, conclui-se que o zoneamento agroclimático contribui para o desenvolvimento da viticultura, uma vez que tal conduta promove o aumento da produtividade e o aperfeiçoamento da qualidade das uvas, além de gerar renda e emprego para a população local, sendo destaque na produção de uvas: Ipameri, Paraúna, Santa Rita do Araguaia, São João da Paraúna, Santa Helena, Serranópolis e Vianópolis.

Palavras-chave: Cerrado, Clima, Viticultura, Sul Goiano.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é um dos segmentos mais importantes da economia brasileira e é aquele que mais depende das condições ambientais. O ambiente, basicamente solo e clima, controla o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Consequentemente, as condições ambientais devem ser adequadamente avaliadas antes da implantação de uma atividade agrícola. O primeiro passo em qualquer planejamento deve ser a identificação das áreas com alto potencial natural para a produção, isto é, áreas onde o clima e o solo sejam adequados para a cultura.

Em relação ao clima para se alcançar produtividade econômica, cada cultura necessita de condições favoráveis durante todo o seu ciclo vegetativo, isto é, exige determinados limites de temperatura nas várias fases do ciclo, de uma quantidade mínima de água e de um período seco nas fases de maturação e colheita. O atendimento dessas exigências é que fará uma determinada região ser considerada apta para uma dada cultura (WOLLMANN, C. A.; GALVANI, E, 2013).

O zoneamento agroclimático é uma ferramenta essencial para a otimização da produção agrícola, permitindo identificar as áreas mais adequadas para o cultivo de diferentes culturas. Na viticultura, essa ferramenta se torna ainda mais relevante, pois as condições climáticas exercem um papel crucial na qualidade e produtividade das uvas.

No contexto do Cerrado, um bioma de grande importância para o Brasil, a aplicação do zoneamento agroclimático para a viticultura se torna ainda mais desafiadora devido às suas características climáticas particulares, marcadas por uma estação seca pronunciada e altas temperaturas.

A tomada de decisão no setor agrícola, especialmente na viticultura, exige um conhecimento profundo das condições edafoclimáticas da região. O zoneamento agroclimático, ao fornecer informações detalhadas sobre o balanço hídrico, a temperatura e outros fatores climáticos, auxilia os produtores na escolha das variedades de uva mais adequadas, na definição das práticas de manejo mais eficientes e na otimização do uso de recursos naturais. Além disso, o zoneamento contribui para a sustentabilidade da produção, evitando o cultivo em áreas com restrições climáticas e reduzindo os impactos ambientais (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009 apud ROVANI, 2016).

Quando se trata da Viticultura, principalmente nas áreas de Cerrado há um déficit de pesquisas relacionado à uva. Em geral, os agricultores têm uma visão empírica muito importante do local em que plantam, no entanto, somente este conhecimento não é satisfatório para o uso e manejo adequado de uma cultura.

Hoje, com o aumento dos estudos da meteorologia agrícola, pode-se agregar o conhecimento empírico dos agricultores aos estudos do clima relacionado às necessidades das plantas, contribuindo dessa maneira com o melhoramento de técnicas utilizadas nos cultivos (WOLLMANN e GALVANI, 2013).

2. OBJETIVO

A presente pesquisa tem como objetivo principal gerar os mapas de zoneamento agroclimático para a viticultura para a Mesorregião Sul Goiano, utilizando dados climáticos e geográficos.

2.1 A Contribuição da Tecnologia como Ferramenta para o Zoneamento

Os primeiros estudos e pesquisas com os temas zoneamento agrícola, agroclimatologia, zoneamento de risco climático no Brasil foram realizados nas décadas de 70 e 80, contemplando várias culturas como: café; milho; arroz; batata; cana-de-açúcar; feijão; trigo; fruteiras dentre outras. A maioria dos zoneamentos agroclimáticos realizados em São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Minas Gerais usaram como referência o balanço hídrico de Thornthwaite, combinando valores médios mensais e anuais de precipitação e temperatura média do ar (SOUZA e MAITELLI, 2005).

A partir da safra 2005/2006, o zoneamento agrícola foi ampliado, contemplando as culturas da banana, café, caju, cevada, mandioca, mamona e uva. Atualmente, o zoneamento agrícola contempla mais de vinte culturas. São elas: algodão herbáceo, ameixa, amendoim, arroz, banana, cevada, café, caju, dendê, feijão, feijão caupi, girassol, maçã, mamona, mandioca, milho, milho 2ª safra, nectarina, pêra, soja, sorgo, trigo e uva. Além disso, estudos vêm sendo realizados por uma equipe multi-institucional de pesquisadores visando à inclusão de culturas e sistemas de produção típicos e Sistemas Integração Lavoura-Pecuária, na base do atual zoneamento agrícola vigente no País (EMBRAPA, 2015).

Os elementos com base na relação existente entre os elementos do clima e do tempo sobre o organismo humano e o ambiente, especialmente com as plantas e as culturas agrícolas, passaram a ser investigados por um ramo da Climatologia e da Meteorologia denominado de Bioclimatologia (WOLLMANN; GALVANI, 2013; SARTORI, 2014; ROVANI, 2016).

De acordo com Galvani (2005), a Bioclimatologia aplica os conhecimentos da Climatologia às relações com os seres vivos e pode se distinguir como Bioclimatologia Humana, Animal e Vegetal, quando se enfoca, respectivamente, os seres humanos, os animais e os vegetais.

A Bioclimatologia Vegetal que se preocupa com a relação clima e plantas vale ressaltar que, "procura entender as razões pelas quais determinadas espécies não vivem fora de limites de valores apresentados pelos diferentes atributos climáticos, ocorrendo assim, uma distribuição geográfica e climática das plantas" (GRISOLLET, 1952 apud WOLLMANN, 2011, p. 96). Este ramo do conhecimento científico propiciou o desenvolvimento de linhas de pesquisa tais como Meteorologia Agrícola, Agrometeorologia, Climatologia Agrícola e Agroclimatologia.

A Meteorologia Agrícola, de acordo com Mota e Agendes (1986, p. 48), "pode ser definida como o estudo dos processos físicos na atmosfera, que produzem o tempo em suas relações com a produção agrícola". Ainda segundo os autores, é uma ciência que aplica a física do ar e do solo à agricultura e estuda as relações quantitativas entre o meio atmosférico e as respostas biológicas das espécies.

Autores como Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002), a Meteorologia Agrícola ou Agrometeorologia está voltada para as condições atmosféricas e suas consequências no ambiente rural. Os mesmos autores destacam que, a principal aplicação da Agrometeorologia é no planejamento e na tomada de decisões das propriedades agrícolas, sendo uma ferramenta indispensável no processo produtivo rural. Destaca-se ainda, a Agrometeorologia dos Cultivos que visa a partir do conhecimento das relações entre as condições físicos do ambiente, em especial, solo e atmosfera, e das diversas espécies cultivadas, a obtenção de informações mais precisas a respeito das influências do tempo e do clima no crescimento, no desenvolvimento e na propriedade das culturas (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009 apud ROVANI, 2016).

Embora, a Climatologia Agrícola diferente da Meteorologia Agrícola avança seus estudos sobre demais áreas do conhecimento, assegura Wollmann (2011). Para os autores Grisollet, (1952); Wollmann, (2011) e Rovani, (2016, p. 37), a Climatologia Agrícola compreende cinco escalas de análise, são elas:

> **I.** A análise do clima como fator pedogenético;
> **II.** O clima e as diferentes fases de produção da cultura agrícola, tais como a necessidade de irrigação e poda;
> **III.** A influência dos elementos climáticos no desenvolvimento fenológico da cultura;
> **IV.** Os aspectos climatológicos e os mecanismos de defesa das plantas em relação às "calamidades atmosféricas", como a geada, as imposições climáticas às atividades pós-colheita da cultura, como tipo de armazenamento/conservação/climatização e transporte;
> **V.** Relação clima/altitude/relevo (relevo aqui entendido como as vertentes e sua exposição ao Sol) e suas influências ao desenvolvimento da cultura (GRISOLLET, 1952 apud ROVANI, 2016, p. 37. Grifo nosso).

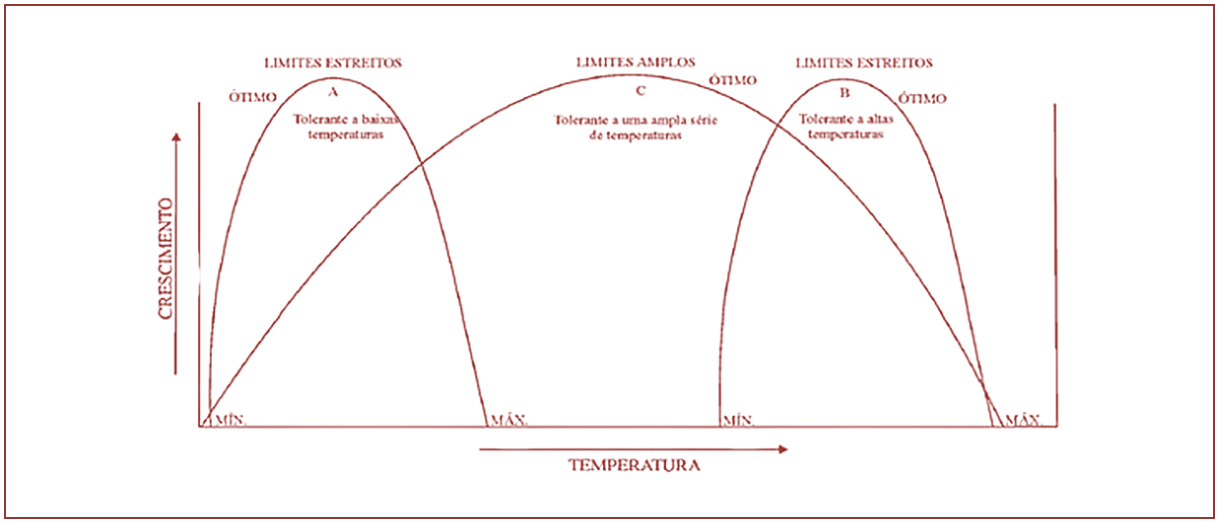
A agroclimatologia é um instrumento eficaz que permite compreender a influência que os fatores climáticos têm sobre a produção agrícola podendo ser utilizado para decisões de ordenamento agrícola, minimizando riscos e maximizando a quantidade e a qualidade das colheitas (NAVARRO, 1993). Sendo assim, os principais objetivos da Climatologia Agrícola ou Agroclimatologia são:

> a) fornecer informações aos agricultores sobre como tirar o máximo proveito do clima para melhorar a produção das culturas;
> b) contribuir para reduzir ao mínimo de danos à produção agrícola que possam ser causados, direta ou indiretamente, por um clima desfavorável;
> c) mostrar aos agricultores que o clima também é um recurso natural que pode ser aproveitado ao nível da lavoura (MOTA e ZAHLER, 1994, p. 17 e 18).

Na mesma linha de raciocínio, Mota (1983) afirma que os fatores climáticos determinam a potencialidade da existência de uma espécie vegetal ou do rendimento de uma cultura, juntamente com os fatores edáficos. O mesmo autor destaca que as espécies vegetais são capazes de existir e produzir-se dentro de limites climáticos e edáficos bem definidos. Para Pereira et al. (2002, p. 436), "o clima talvez seja o fator mais importante na determinação do potencial agrícola de uma região".

Mota (1983) e Rovani (2016), relacionando o crescimento de determinadas plantas com a temperatura, concluíram que as espécies vegetais apresentam limites de tolerância máxima e mínima e podem apresentar amplos limites para um fator e estreitos para outros, conforme apresentado na Figura 01.

Figura 01: Limites de Tolerância das Plantas em relação à Temperatura (ºC).



Fonte: Modificada de MOTA (1983) e ROVANI (2016, p. 38).
Organização: Autores (2024).

Os limites da espécie “A” em relação à tolerância à temperatura (°C) são estreitos e situam-se dentro das baixas temperaturas (°C). A espécie “B” apresentou limites de tolerância estreitos, contudo dentro das temperaturas mais elevadas, e a espécie “C” apresenta amplos limites de tolerância de temperaturas (°C). Ficou evidenciado que cada espécie possui seus limites definidos e, para haver compreensão da distribuição espacial das espécies, são necessários estudos climáticos, edáficos e fisiológicos e sua interação (MOTA, 1983; E ROVANI, 2016).

Mota (1983) ressalta que a falta de conhecimento detalhado das relações das plantas com o clima tem prejudicado o planejamento sustentável do uso da terra em uma escala maior. A ciência tem avançado no sentido de contribuir na busca de aperfeiçoar os equipamentos meteorológicos, é possível prever fenômenos climáticos adversos aos cultivos ou favoráveis à ocorrência de pragas e doenças nos cultivares (ROVINI, 2016).

É nesse sentido que o zoneamento agrícola constitui uma ferramenta fundamental para o planejamento da agricultura, uma vez que um dos seus principais objetivos é delimitar as regiões com potencial adequado, de clima e de solo, que permita a exploração de uma determinada cultura (ROVANI, 2016).

Além disso, o zoneamento permite determinar a melhor época de semeadura para cada município, permitindo o controle das fases mais críticas da cultura. Isso contribui para minimizar o impacto das adversidades climáticas, como escassez ou excesso de água, extremos de temperatura, entre outros. Esse mapeamento baseia-se no levantamento dos fatores edafoclimáticos que definem as aptidões agrícolas. O nível de

conhecimento desses fatores no tempo e no espaço determina a precisão com que estes planejamentos poderão ser executados e utilizados (OLIVEIRA, 2009).

Deste modo, os zoneamentos, para uso para as atividades agrícolas, diferem quanto aos objetivos propostos e resultados alcançados. Os principais tipos de zoneamentos e suas características são apresentados no Quadro 01. Vale ressaltar que este instrumento se tornou resultado da política agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2010).

Quadro 01: As Principais Características dos Tipos de Zoneamento.

	TIPO DE ZONEAMENTO			
Indicadores	**Aptidão Agrícola**	**Agroclimático**	**Agrícola**	**Agrícola de Risco Climático**
Análise de risco	- Potencial do: *clima *solo *fator socioeconômico (locais e regionais). - Potencial edafoclimátio.	- Identifica áreas de maiores e menores riscos climáticos.	- Baseado no tipo de solo, clima local, e ciclo fenológico da planta.	- Considera o balanço hídrico, (relação clima, solo e planta). - O risco quantificado, através de análises probabilísticas e frequências.
Tipo de Indicativo	- Área apta *Área marginal. *Área inapta.	- Define melhor época de plantio Identifica áreas com maior potencial de produtividade.	- Define melhor época de plantio. - Indica cultivares habilitados para o local.	- Por município, tipo de solo e ciclo da cultivar.
Problemas encontrados	- Mapas para as culturas em grande escala. - Indicativos aproximados. - Estudos não consideram ocorrência de riscos toleráveis (secas e geadas).	- Estudos não consideram ocorrência de riscos toleráveis (secas e geadas) - Potencial climático para o estabelecimento das culturas agrícolas.	- Estudos não consideram ocorrência de riscos toleráveis.	- Estudos não consideram informações referentes à microclimas. - Interpolação de dados.

Fonte: MAPA, (2010).
Organização: Autores, (2024).

Diferentemente de outros zoneamentos existentes, que foram elaborados a partir dos conceitos de potencialidade e aptidão, para o zoneamento de risco climático, além das variáveis analisadas (solo, clima e planta), aplicam-se funções matemáticas e estatísticas (frequencistas e probabilísticas) visando quantificar o risco de perdas das lavouras, em virtude da ocorrência de eventos climáticos adversos, principalmente a seca. Com isso, identifica-se, para cada município, a melhor época de plantio das culturas nos diferentes

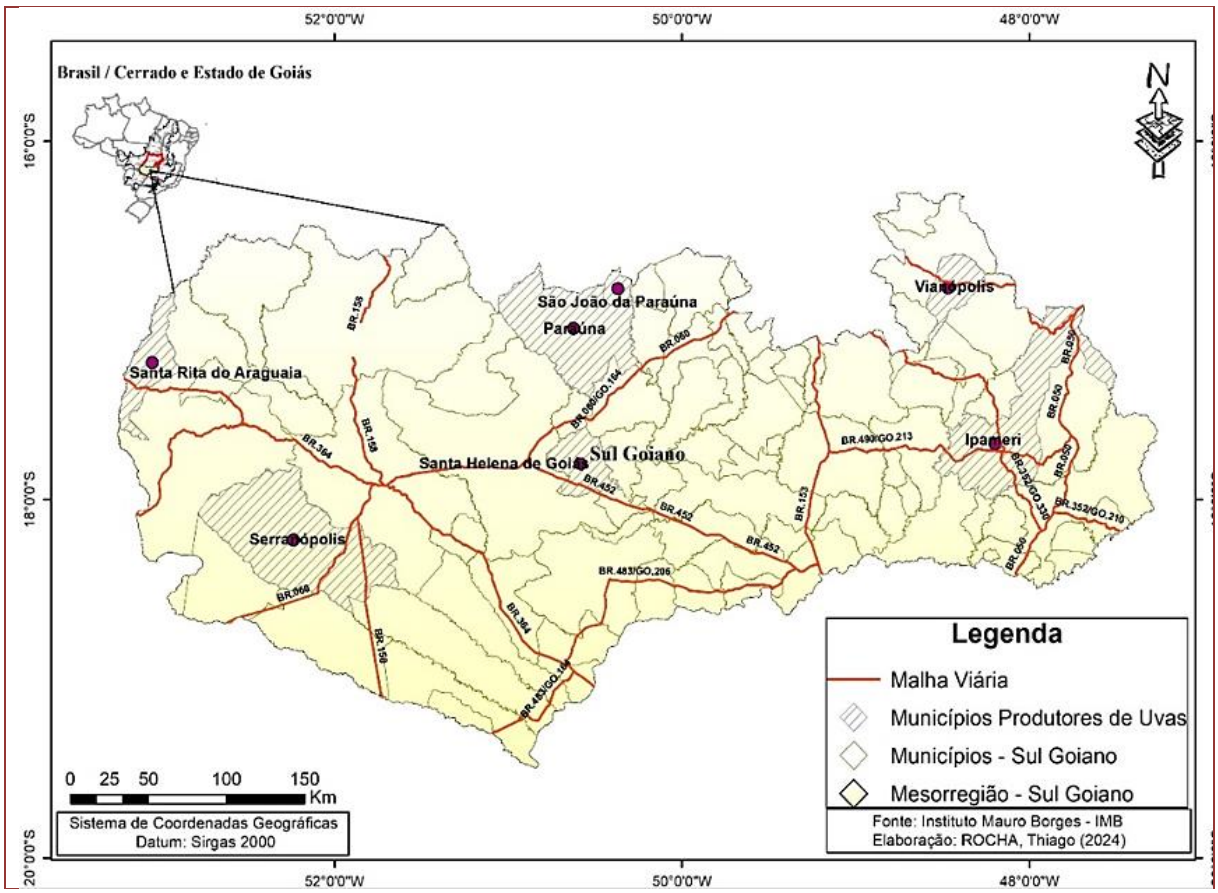
tipos de solo e ciclo das cultivares (EMBRAPA, 2007).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A mesorregião Sul Goiano, localizada no estado de Goiás, (Figura 02), é uma região marcada por sua diversidade geográfica e econômica. Com uma área extensa, abriga diversas cidades e microrregiões, cada qual com suas características únicas. De acordo com o Instituto Mauro Borges – IMB (2023), a Mesorregião Sul Goiano possui 131.640 km^2 de área total, distribuída em 82 municípios, sendo destaque na produção de uvas: Ipameri, Paraúna, Santa Rita do Araguaia, São João da Paraúna, Santa Helena, Serranópolis e Vianópolis.

Figura 02 – Mapa de localização e os Municípios produtores de Uva da Mesorregião do Sul Goiano



Fonte: Instituto Mauro Borges (IMB, 2012).
Organização: Autores, (2024).

3.2 Aquisição dos Dados Climáticos

Deu-se início à obtenção dos dados climáticos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP e Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Cabe ressaltar que os dados climáticos são disponibilizados gratuitamente e que estes portais de acesso estão alocados nos sites (https://portal.inmet.gov.br/) oficiais do INMET.

Em seguida, feito o download, os dados foram organizados em planilhas de cálculo do software Excel. Posteriormente, foi dada entrada na identificação do início e fim da série histórica de cada estação, bem como das falhas dos dados climáticos e, em seguida, a definição das estações meteorológicas utilizadas neste estudo. Foram selecionadas dez estações meteorológicas distribuídas na área de estudo, com série histórica (2000 – 2023).

No Quadro 02, estão discriminados o código, nome das estações meteorológicas, o município e a unidade da federação a qual pertence, sua longitude, latitude e altitude.

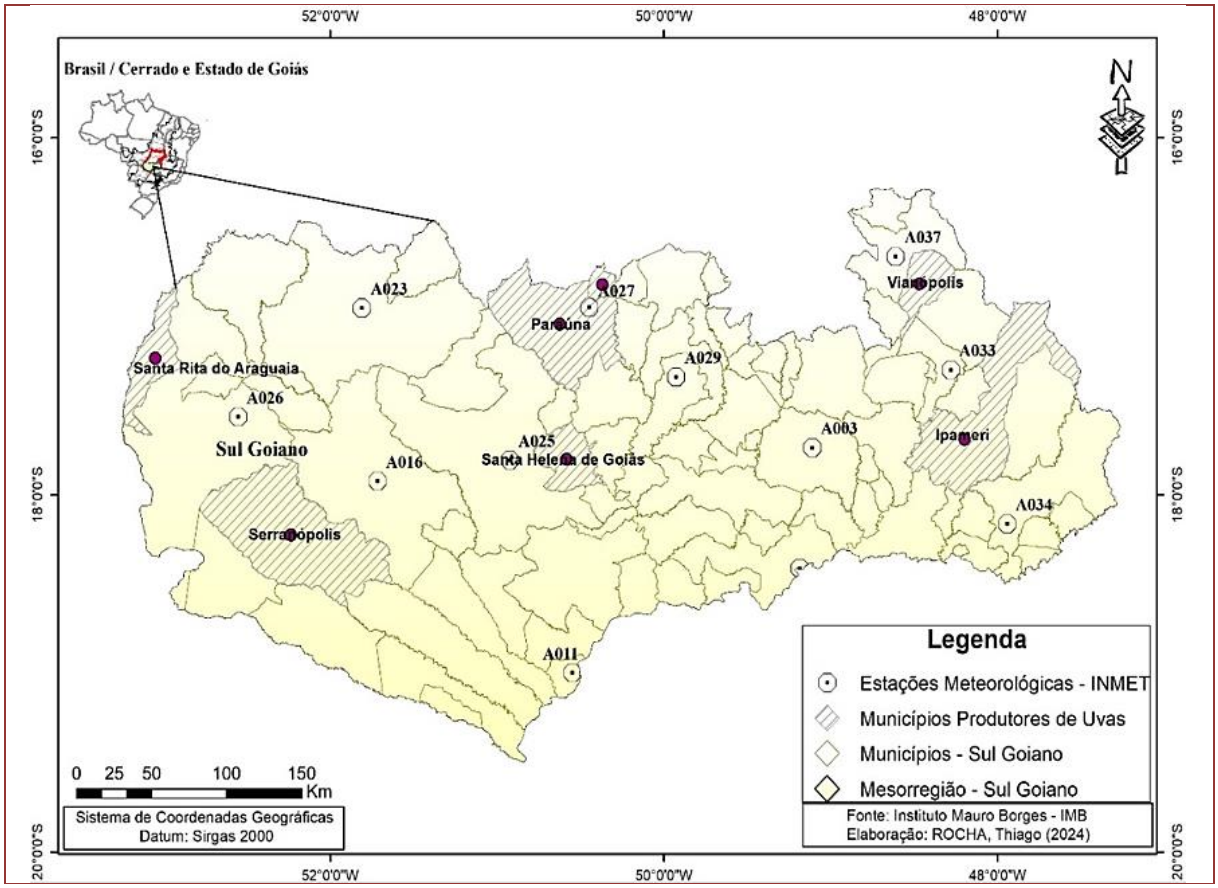
Quadro 02: Estações Meteorológicas do INMET, da Mesorregião do Sul Goiano

ID	Código	Município	UF	Latitude	Longitude	Altitude	Situação
01	A003	Morrinhos	GO	-177450	-491016	751.09	Operante
02	A011	São Simão	GO	-189691	-506334	492.45	Operante
03	A016	Jataí	GO	-179236	-517174	670.08	Operante
04	A023	Caiapônia	GO	-169669	-518174	740.1	Operante
05	A025	Rio Verde	GO	-177852	-509655	780.11	Operante
06	A026	Mineiros	GO	-174547	-526011	862	Operante
07	A027	Paraúna	GO	-169625	-504254	678.74	Operante
08	A033	Pires do Rio	GO	-173041	-482841	757.27	Operante
09	A034	Catalão	GO	-181547	-479276	900	Operante
10	A035	Itumbiara	GO	-184097	-49191	491	Operante

Fonte: INMET, (2024).
Elaboração: Autores, (2024).

Com relação à distribuição espacial das estações na área de estudo, observa-se que estão bem distribuídas e contemplam toda área de pesquisa, como pode ser observado na (Figura 03).

Figura 03 – Mapa de localização das estações da INMET, da Mesorregião do Sul Goiano



Fonte: Instituto Mauro Borges (IMB, 2012).
Organização: Autores, (2024).

3.3 . Índice Hídrico e a Elaboração do Banco de Dados no SIG

Para extrair o valor do Indice Hídrico, primeiro foi preciso extrair os dados para o balanço hídrico. Estes valores estão disponíveis no Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (SISDAGRO), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, disponível em https://sisdagro.inmet.gov.br/. Realizou-se o cálculo do balanço hídrico climático mensal, segundo Thornthwaite & Mather (1955) utilizando como auxílio o programa "BHnorm", elaborado em planilha Excel por Rolim et al. (1998), assumindo-se uma capacidade máxima de armazenamento de água no solo (CAD) de 100 mm, e a partir dos dados iniciais de precipitação e temperatura, foi calculada e evapotranspiração de referência, e então foi possível determinar o balanço hídrico médio mensal para cada região estudada. Com base nos resultados obtidos sobre o balanço hídrico de cada município analisado, determinaram-se os períodos mais críticos em relação à deficiência hídrica e os períodos em que a água é mais abundante no sistema.

Thornthwaite & Mather (1955) e Mota (1983), utilizam como estimadores a precipitação e a evapotranspiração, onde a partir dos cálculos estimam a evapotranspiração potencial e real, como também o déficit e o excedente hídrico. Podendo, através desses parâmetros, definir épocas boas e ruins para o plantio de determinada cultura. De acordo com a Equação 01.

Equação 01: Equação do Índice Hídrico.

Ih= (100 Ea – 60 Da) / Ep

*Ea= Soma dos EXC;
*Da= Soma das DEF;
*Ep= Soma das ETP (evapotranspiração potencial, obtido pelo método de Thornthwaite), derivadas do balanço hídrico climatológico;

Fonte: Thornthwaite & Mather (1955) e Mota (1983).
Organização: Autores (2024).

De acordo com o trabalho feito por Teixeira et al. (2002), que analisou as características da videira em localidades representativas de diversos continentes, proporcionou a formação das faixas de aptidão climáticas. A Tabela 01 em acordo com Costacurta & Roselli (1980), mostra a faixa de aptidão térmica média considerada ideal para a videira e o índice hídrico, com o ajuste de Teixeira et al. (2002).

Tabela 01: Faixa de Aptidão Térmica e de Índice Hídrico

Regiões	Temperatura (°C)	Índice Hídrico
Inaptas	Tar< 20 e Tar> 30	30 Ih≥ 60
Restritas	20< Tar< 30	-20>Ih< 60
Aptas	20≤ Tar≤ 30	30 Ih≤ -20

Fonte: Teixeira et al (2002), com base em Costacurta & Roselli, (1980).
Organização: Autores (2024).

Os dados apresentados se deram a partir da confecção dos mapas de temperatura média anual, mapa de índice hídrico e o mapa com as regiões aptas, restritas e inaptas, mapas estes elaborados junto ao uso do software ArcGis 10.5®.

O método de interpolação utilizado para a precipitação foi o Inverso do Quadrado da Distância. As áreas dos pixels são de 90m x 90m. Para a montagem do zoneamento agroclimático, os mapas de temperatura e índice hídrico foram multiplicados através do módulo “Toolbars: Spatial Analyst > Raster Calculator...”. Neste processo de interpolação, autores como Gardiman Junior, et al. já realizaram estudos desta natureza.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises estão organizados da seguinte forma: distribuição espacial da média anual da precipitação pluviométrica para a mesorregião Sul Goiano; distribuição espacial da média da temperatura anual (2000 – 2023); índice hídrico e por último o zoneamento agroclimático apresentando as áreas Inaptas, Restrita e Aptas para a viticultura na área de estudo.

4.1 Distribuição Espacial da Média Anual da Precipitação Pluviométrica para a Mesorregião Sul Goiano (2000 – 2023)

A água é a principal responsável pelo peso da planta, atuando em praticamente todos os processos fisiológicos (SIMÕES, 1971). Para os autores Kishino; Caramori, (2007) e Ricce (2012, p. 41), destaque-se que:

> "durante a floração, chuvas persistentes podem dificultar a queda da corola e a liberação do pólen e proporcionar a formação de bagas com menor número de semente. Durante o crescimento vegetativo, a precipitação pluviométrica continua favorecendo a infecção por doenças fúngicas da parte aérea por aumentar o período de 'molhamento foliar', disseminar os patógenos, lavar os fungicidas aplicados ou não permitir a realização dos tratos fitossanitários. Um período seco na fase final de maturação do fruto é desejável para se produzir uva mais doce, com polpa firme, sem rachadura e sem podridões."

A precipitação durante a floração pode causar má formação das bagas e abortamento das flores, enquanto a maturação favorece o ataque de podridões que causam danos aos cachos (WINKLER, 1976, RICCE, 2012).

Soares e Costa (2009) e Ricce (2012, p. 43), discutem:

> "O consumo de água da videira fica em torno de 450 a 900 mm. A quantidade de água disponível para a cultura encontra-se na dependência da capacidade exploratória das raízes, do armazenamento de água do solo e da magnitude do sistema radicular das plantas. Assim, o manejo racional do solo e da cultura é importante para estimular o crescimento e a distribuição do sistema radicular, favorecendo o aproveitamento eficiente da água e de nutrientes".

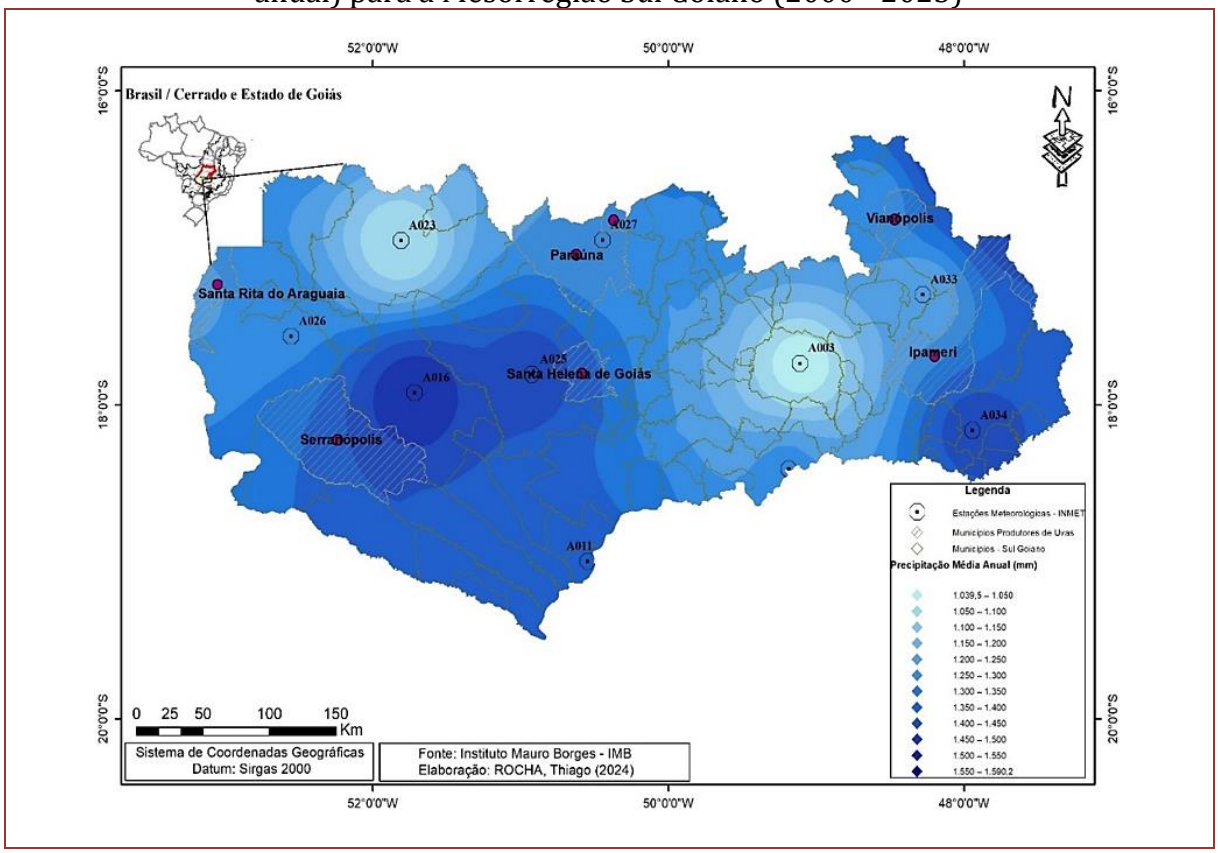
Ricce (2012, p. 43) diz que a precipitação pluviométrica é muito importante porque ajuda a manter a água disponível nas plantas. Daí a importância do viticultor se atentar na distribuição da precipitação pluviométrica.

A distribuição espacial e temporal das chuvas em Goiás exerce um papel fundamental, influenciando diretamente a disponibilidade de água para diversos setores, como a agricultura, a pecuária, o abastecimento público e a geração de energia. Compreender essa relação complexa é crucial para a gestão eficiente dos recursos

hídricos e o desenvolvimento sustentável da região (ALVES e SPECIAN, 2009).

Na Figura 04 apresenta a distribuição espacial e temporal das precipitações pluviométricas, é perceptível que, na área de estudo há grande variação na distribuição pluviométrica, devido à localização geográfica, o que leva às chuvas nos períodos de Primavera/Verão. Os maiores volumes da média anual da precipitação (mm) estão concentrados nos municípios de Jataí (A016) e Rio Verde (A026), com valores anuais entre 1400,0 mm a 1550 mm. Já nos municípios de Morrinhos (A003) e Caiapônia (A023) a média anual é inferior (1050,0 mm a 1200,0 mm), em relação aos demais municípios.

Figura 04: Distribuição Espacial e Temporal da Precipitação Pluviométrica (média anual) para a Mesorregião Sul Goiano (2000 - 2023)



Fonte: INMET, (2024).
Elaboração: Autores (2024).

4.2 Distribuição Espacial da Média da Temperatura Anual para a Mesorregião Sul Goiano (2000 – 2023)

A Temperatura média anual (Tar) representa a média das temperaturas ao longo do ano em uma determinada região. A videira se desenvolve melhor em climas temperados, com temperaturas médias anuais entre 20°C e 30°C. Temperaturas abaixo de 20°C podem prejudicar o crescimento e a produtividade da planta, enquanto

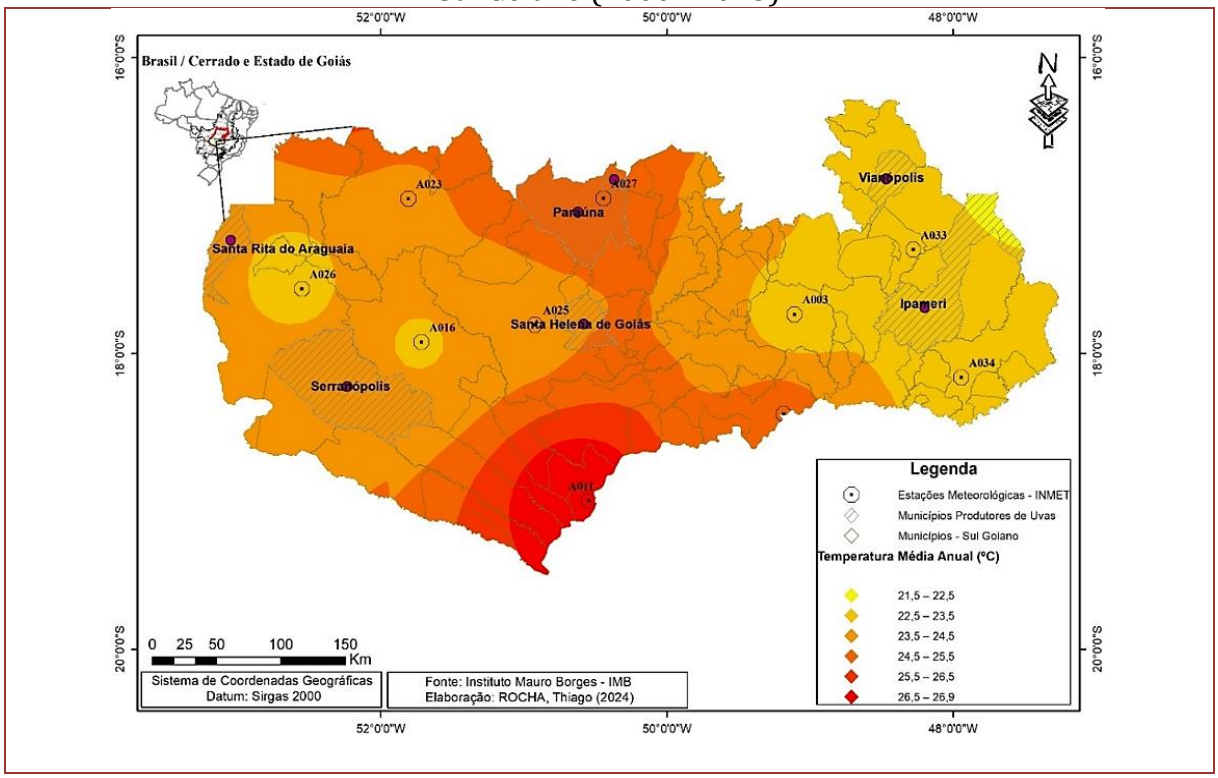
temperaturas acima de 30°C podem comprometer a qualidade das uvas (**Costacurta &** Roselli (1980) citado por Teixeira et al. (2002)).

Para os autores Teixeira et al.; (2002, p. 108), enfatiza que:

> "Os limites de difusão do cultivo da videira nas diversas regiões do mundo, estão condicionados, particularmente, a temperatura, radiação solar, umidade atmosférica e disponibilidade hídrica no solo, que condicionam o crescimento, desenvolvimento e a produtividade. A radiação solar atua nos processos de fotoenergia (fotossíntese) e nos processos de fotoestímulos (processos de movimento e de formação). A radiação fotossinteticamente ativa, na faixa de comprimento de onda entre 400 a 700 nm, é fortemente absorvida e está absorção depende do sistema de condução e do manejo cultural".

A Figura 05 apresenta a distribuição e espacialização da temperatura média anual na área de estudo. Na Mesorregião Sul Goiano, apresentou média da temperatura entre (16,9 °C) a (23,9 °C). Em São Simão, foi o município que registrou a maior média anual 24,2 °C. Esses valores colaboram com Nimer (1979), reflete maiores temperaturas ao Norte (24,0 °C) e menores no Sul (22,0 °C), enquanto o relevo faz com que locais com menores altitudes possuam média entre 22,0 °C, diminuindo para 20,0 °C em áreas mais elevadas, como ocorre nas imediações de Brasília, sendo o ponto mais alto em termos de altitude.

Figura 05 - Distribuição Espacial da Temperatura Média Anual (°C) para a Mesorregião Sul Goiano (2000 - 2023)



Fonte: INMET, (2024).
Elaboração: Autores (2024).

4.3 Índice Hídrico para a Mesorregião Sul Goiano (2000 – 2023)

O Índice Hídrico, mede a disponibilidade de água para a planta. Um índice hídrico positivo indica que a planta está bem hidratada, enquanto um índice hídrico negativo indica estresse hídrico. A videira se desenvolve melhor em condições com índice hídrico entre 30 e -20. Valores acima de 60 indicam excesso de água, que pode levar à proliferação de doenças fúngicas, enquanto valores abaixo de -20 indicam estresse hídrico severo, que pode afetar o desenvolvimento da planta e a qualidade das uvas (COSTACURTA & ROSELLI (1980) citado por TEIXEIRA et al. (2002)).

Em termos de exigência hídrica, a videira é muito resistente à seca, graças ao seu sistema radicular, que é capaz de atingir grandes profundidades. As regiões de cultivo incluem áreas em que a ocorrência de baixas precipitações e alta demanda evaporativa impõem o fornecimento de água através da irrigação. Tanto a deficiência como o excesso hídrico afetam, de maneira marcante, o comportamento dos estádios fenológicos da cultura da videira, comprometendo a qualidade e produtividade dos frutos. (COSTACURTA & ROSELLI, 1980).

Sobre a distribuição espacial do Índice Hídrico, os identificadores estatísticos calculados para apreciação do comportamento dos interpoladores para a espacialização da ausência hídrica anual, é fator de extrema seriedade para trabalhos sobre zoneamentos de aptidões agrícolas, e indica o grau de deficiência de água no solo.

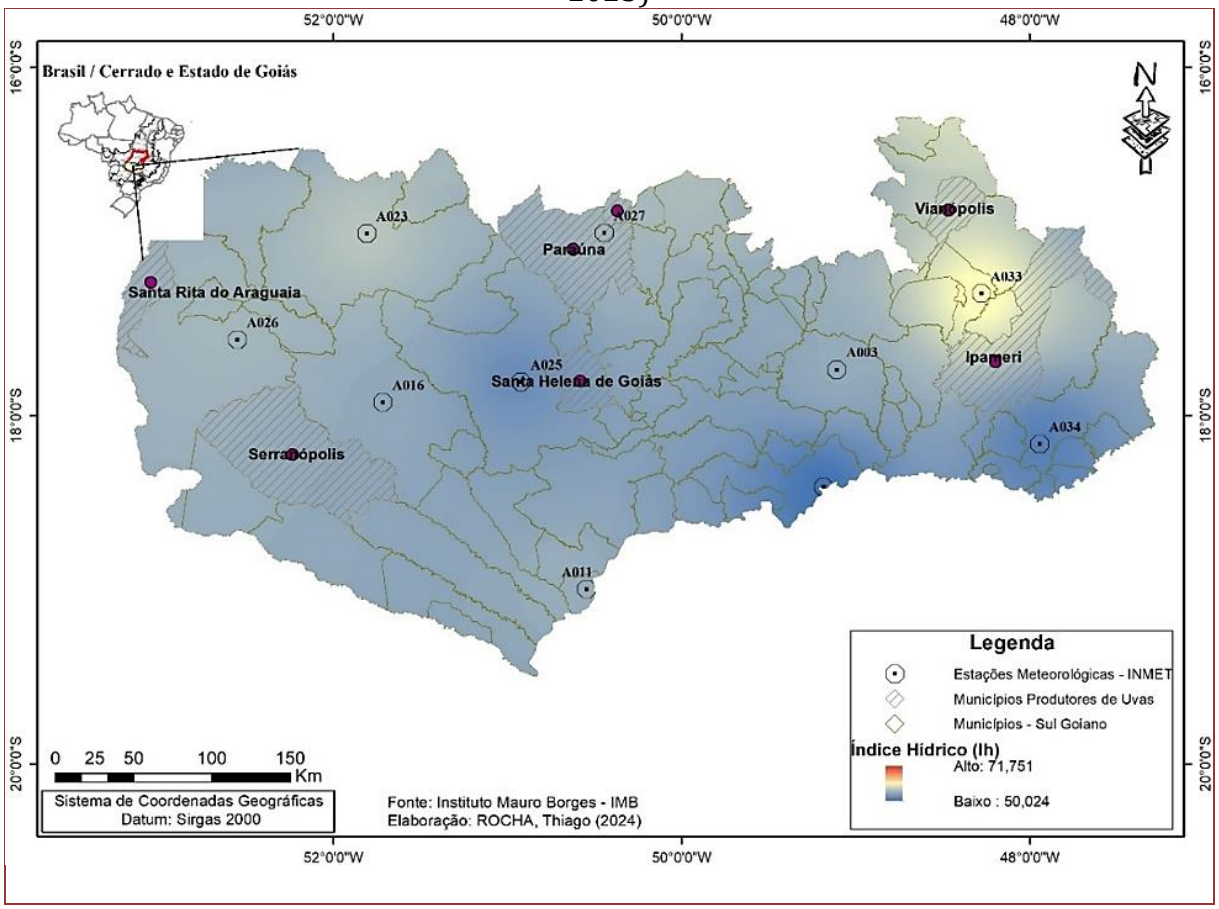
Para Teixeira e Azevedo (1996, p. 142), destaca-se que:

> "O consumo de água da videira até a floração, é mínimo; da floração à fecundação consome cerca de 10% do total necessário; da fecundação ao início da maturação, aproximadamente 43% e do início da maturação até a maturação completa 45%, podendo se considerar que, em geral, o consumo hídrico de uma vinha varia entre 2,5 a 4,0 mm diários, durante o ciclo vegetativo. Deficiência hídrica durante o período inicial de crescimento das bagas acarreta redução no tamanho dos frutos e durante a maturação, atraso no amadurecimento, afetando a coloração e favorecendo a queima das bagas pelo Sol. Após o amadurecimento das uvas o consumo hídrico pelas plantas é mínimo.

O cultivo da videira em Goiás exige atenção especial às necessidades hídricas da planta, especialmente por se tratar de regiões com clima tropical (seco e quente). A Figura 05, apresenta a distribuição espacial do IH para a área de estudo e foi identificado que os munícipios apresentaram abaixo de 50 mm, o que indica favorável para o cultivo da videira. Esta análise da distribuição espacial auxiliará o viticultor na tomada de decisões, até mesmo no processo da implementação de uma irrigação eficiente para garantir o desenvolvimento saudável da videira e a produção de uvas de alta qualidade. As

necessidades hídricas da videira variam de acordo com a fase de crescimento. Durante o brotamento e a floração, a demanda por água é maior. Já na fase de maturação das uvas, a necessidade hídrica diminui (Figura 06).

Figura 06: Distribuição Espacial do Índice Hídrico para a Mesorregião Sul Goiano (2000 - 2023)



Fonte: INMET, (2024).
Elaboração: Autores (2024).

4.4 Zoneamento Agroclimático para a Mesorregião Sul Goiano (2000 – 2023)

O zoneamento agroclimático é uma ferramenta indispensável para o planejamento da agricultura, uma vez que um dos seus principais objetivos é delimitar as áreas com potencial adequado, de clima e de solo, que permitam explorar de uma determinada cultura (ROVANI, 2016).

Ademais, o sistema de zoneamento possibilita determinar a época ideal de plantio para cada localidade, permitindo o gerenciamento das fases mais críticas da cultura. Isso contribui para minimizar o impacto das adversidades climáticas, como escassez ou excesso de água, extremos de temperatura, entre outros. Este estudo se baseia na identificação dos elementos edafoclimáticos que determinam as habilidades agrícolas. O nível de conhecimento desses fatores no tempo e no espaço determina a precisão com que estes planejamentos poderão ser executados e utilizados (OLIVEIRA, 2009).

A Tabela 02, apresentam os valores zoneamento agroclimático para o cultivo da uva em Goiás. As áreas aptas e inaptas representam 0,0% da mesorregião Sul Goiano, o que indica que não há áreas com clima extremamente favorável ao cultivo da videira. Toda área de estudo, o zoneamento indicou área restrita. O que recomenda que a porção significativa do território apresenta condições climáticas menos favoráveis, exigindo manejo cuidadoso e técnicas específicas para o cultivo da videira.

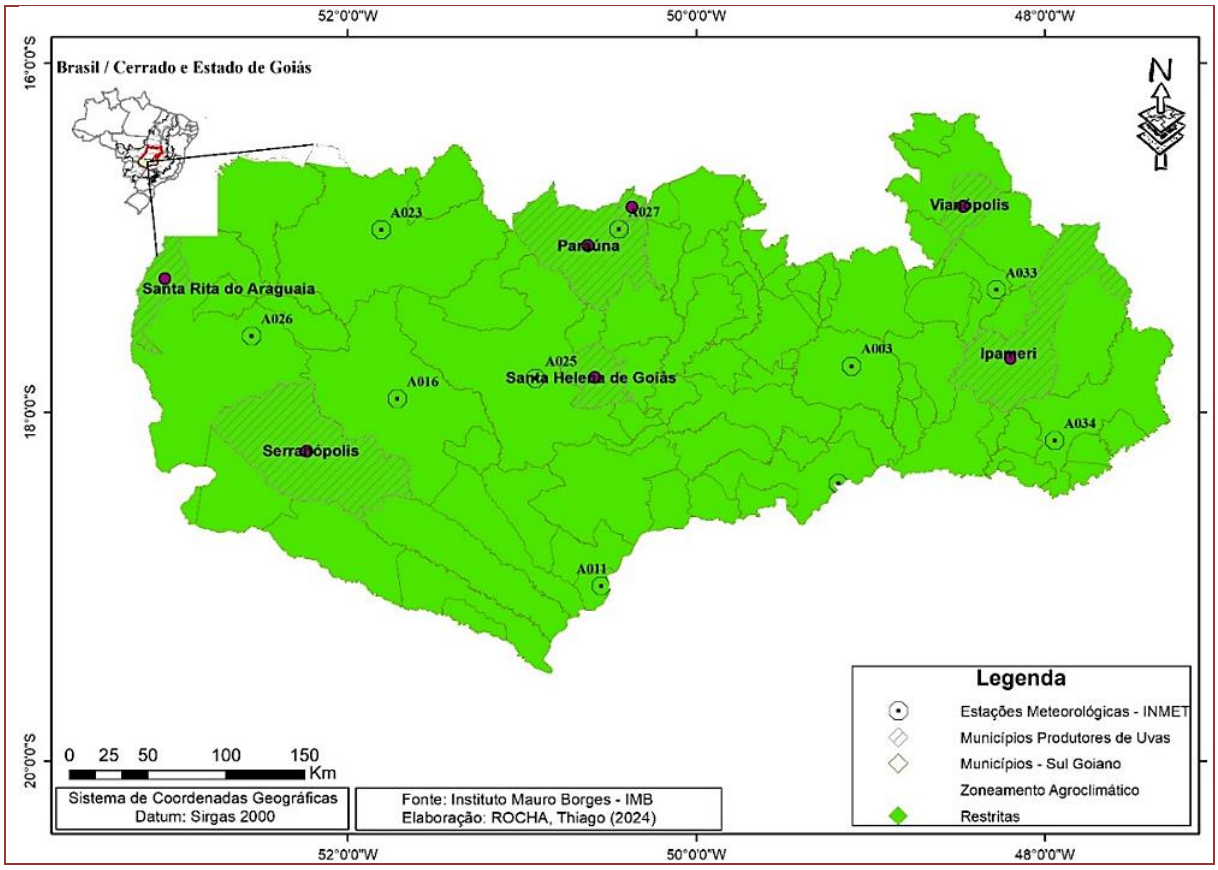
Tabela 02: Porcentagem das áreas aptas, restritas e inaptas para o cultivo da videira na Mesorregião Sul Goiano

Regiões	Área em km²	(%) por área
Inaptas	0,0	0,0
Restritas	131.640	100
Aptas	0,0	0,0
Total	**339.766,74**	**100,0**

Fonte: INMET, (2024).
Elaboração: Autores, (2024).

A Figura 07, apresenta a espacialização em que demonstra predominância de áreas restritas (100%) na mesorregião Sul Goiano, com potencial climático, mas exige manejo cuidadoso e técnicas específicas nas mesorregiões. Nesta área, as condições climáticas, edáficas e topográficas são favoráveis para o cultivo da uva, permitindo o desenvolvimento da videira com alto potencial produtivo. Essa grande extensão territorial, com condições climáticas adequadas para a viticultura tropical, abre portas para o desenvolvimento na produção e cultivo em larga escala, impulsionando a economia local e a geração de renda.

Figura 07: Zoneamento Agroclimático para a Mesorregião Sul Goiano (2000 – 2023)



Fonte: INMET, (2024).
Elaboração: Autores (2024).

Através da análise espacial detalhada, o zoneamento agroclimático permite identificar áreas com potencial para o cultivo da videira, direcionar investimentos e tomar decisões estratégicas para o sucesso da atividade.

Vale ressaltar que o zoneamento é uma ferramenta que auxilia o viticultor na tomada de decisão. Mesorregião Sul Goiano, sendo de clima tropical, com duas estações definidas, é preciso ficar atento e adaptar os vinhedos para as condições locais.

Sobre os riscos climáticos, na área de estudo, não apresenta risco de geadas, riscos de inundações, risco de seca, risco de vendavais. Mas a área de estudo apresentou altas temperaturas, porém não é um fator de impedimento à atividade vitícola. Por isso a importância escolha de variedades de uva mais tolerantes as altas temperaturas, se atentar nas práticas como irrigação eficiente, adubação balanceada, poda adequada, controle de pragas e doenças e cobertura do solo contribuem para a saúde da planta e a minimização dos impactos dos riscos climáticos (EMBRAPA, 2023).

Os riscos climáticos podem causar perdas na produção de uvas, afetando a renda dos produtores e a disponibilidade de uvas no mercado. O manejo inadequado da viticultura em face dos riscos climáticos pode levar à degradação ambiental, como erosão do solo e desertificação. As perdas na produção e os custos com o manejo dos riscos climáticos podem gerar prejuízos econômicos significativos para os produtores e para a economia local (CONCEIÇÃO, ARAÚJO, TONIETTO, 2013).

5. CONCLUSÕES

Neste estudo, conclui-se que:

A distribuição pluviométrica na área de estudo, é perceptível que, há grande variação na distribuição pluviométrica, devido à localização geográfica. Os maiores volumes da média anual da precipitação (mm) estão concentrados nos municípios de Jataí (A016) e Rio Verde (A026), com valores anuais entre 1400,0 mm a 1550 mm. Já nos municípios de Morrinhos (A003) e Caiapônia (A023) a média anual é inferior (1050,0 mm a 1200,0 mm).

Na Mesorregião Sul Goiano, apresentou média da temperatura entre (16,9 °C) a (23,9 °C).

A distribuição espacial do IH para a área de estudo e foi identificado que os munícipios apresentaram abaixo de 50 mm, o que indica favorável para o cultivo da videira.

O zoneamento agroclimático apresentou 100% da área de estado, com aptidão restrita para o cultivo da videira. Neste caso, o viticultor precisa ficar atento ao manejo cultural da vinha, como, por exemplo, a inserção da irrigação.

Vale ressaltar que este estudo apresentou uma visão geral da aptidão climática para o cultivo da videira na área de estudo. Fatores adicionais, como tipo de solo, topografia, precipitação e pragas/doenças, também devem ser considerados para uma avaliação mais completa do potencial de cada região.

O zoneamento agroclimático é uma ferramenta que contribui para o desenvolvimento sustentável da viticultura goiana, aumentando a produtividade, melhorando a qualidade das uvas e gerando renda e emprego para a população local.

REFERÊNCIAS

[1] ALVES, E. D. L.; SPECIAN, V. Contribuição aos estudos do clima urbano: variação térmica e higrométrica em espaços intra-urbanos. Revista Mercator, Fortaleza, CE, v. 8, n. 17, p. 181-191. 2009. Disponível em: http://www.mercator.ufc.br/mercator/issue/view/M16. Acesso em: 23 jul. 2022.

[2] BDMEP. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa –. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 23 jun 2023.

[3] CONCEIÇÃO, M. A. F.; ARAÚJO, W. F.; TONIETTO, J.; PRADO, R. J. Aptidão climática para o cultivo da videira em Boa Vista, Roraima. Revista Agro@mbiente On-line, Boa Vista, RR, v. 7, n. 3, p. 277-283, set-dez. 2013. Disponível em: <file:///D:/Downloads/arcanjoalves,+ACO_1396_V7N3(277-283).pdf>. Acesso em: 15 maio. 2023.

[4] CONCEIÇÃO, M. A. F.; TONIETTO, J. Climatic potential for wine grape production in the tropical north region of Minas Gerais State, Brazil. Revista Brasileira de Fruticultura, Jabuticabal, SP, v.27, n.3, p.404-407, 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbf/a/S3KTjmHtJM5GnHQrW9HtKwt/?lang=en. Acesso em: 18 ago. 2022

[5] COSTACURTA A.; ROSELLIG. Critéres climatiques et édaphiques paur I'établissement des vignobles. Bulletin de I'O.I.V., Paris, v.53, n. 596, p.783-786. 1980. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/134237/1/AViticulturanoSemiAridopag3344.pdf. Acesso em: 23 mar. 2022.

[6] EMBRAPA, Notícias 2016: Tecnologia permite Cerrado produzir uva e vinho.

[7] Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/notícias/2010/2010-03-12.html.>Acesso em: 20 mar. 2022.

[8] EMBRAPA UVA E VINHO. Memória Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/memoria-embrapa/regiao-sul>. Acesso em: 06 mar. 2021.

[9] GARDIMAN JUNIOR, et al. Análise de técnicas de interpolação para espacialização da precipitação pluval na bacia do rio Itapemirim (ES). Ambiência. Guarapuava, v. 08, n. 01, p. 61 – 71, jan./abr. 2012.

[10] GRISOLLET, H. Climatologia – Méthodes et Pratiques. Gauthier-Villares et Cie, Paris, v. 24, p. 314-337. 1952. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-18012012-123630/publico/2011_CassioArthurWollmann_v1.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2023.

[11] INMET. Instituto Nacional de Meteorologia – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. 2016. Disponível em: Acesso em: 20 out. 2020.

[12] MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Zoneamento Agrícola de Risco Climático: instrumento de gestão de risco utilizado pelo seguro agrícola do Brasil. 2010. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Zoneameno_agricola_000fl7v6vox02wyiv80ispcrruh04mek.pdf>. Acesso em 08 jun. 2020.

[13] MOTA, F. S. da et al. Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Agroclima do Rio Grande do Sul e Zoneamento. Pelotas, RS, v. 2, p. 23. 1974.

[14] MOTA, F. S. da. Meteorologia agrícola. Nobel, São Paulo, SP, 7ª ed. 1983.

[15] MOTA, F. S. da; AGENDES, M. O. de O. Clima e agricultura no Brasil. SAGRA, Porto Alegre, RS. 1986.

[16] MOTA, F. S. da; ZAHLER, R. J. M. Clima, agricultura e pecuária no Rio Grande do Sul. Livraria Mundial, Pelotas, RS. 1994.

[17] MOTA, F. S. da. Agrometeorologia: uma seleção de temas e casos. Editora do Autor, Pelotas, RS. 2002.

[18] NAVARRO, M. L. H. La agroclimatologia, instrumento de planificacion agrícola. Geographicalia, v. 30, p. 213 – 228, 1993.

[19] NIMER, E. Climatologia da região Centro-Oeste. In:_____ Climatologia do Brasil. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de recursos naturais e estudos ambientais, 1979, p. 391.

[20] OLIVEIRA, A. Ascensão e decadência da extensão rural no Brasil. Revista Cerrado Rural – Agronegócios, v. 2, n. 36, set/2009. Disponível em: <https://issuu.com/revistacerradorural/docs/cerradoruraljulho2018issuu/22>. Acesso em: 12 jul. 2021.

[21] PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Agropecuária, Guaíba, RS, v. 3, n. 3, p. 23-43. 2002.

[22] RICCE, W. S.; ROBERTO, S. R.; TONIETTO, J. et al. Sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovitícola para o Estado do Paraná. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves – RS, v. 3, n. 11, p. 241-248, jul. 2011.

[23] RICCE, W. S. Zoneamento agroclimático da cultura da videira para o estado do Paraná. 2012. 123 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. 2012. Disponível em: <http://roneiandre.dominiotemporario.com/doc/ricce_Wilian_S_Dr_2012.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2022.

[24] ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v. 6, p. 133-137. 1998. Disponível em: <https://www.sbagro.org/index.php?page=biblioteca>. Acesso em: 24 maio. 2023.

[25] ROVANI, F. F. M. Zoneamento de Risco Climático para o Cultivo da Nogueira Pecã (Carya illinoinensis) para o Rio Grande do Sul. 2016. 232 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Cento de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2016.

[26] ROVANI, F.F.M.; SARTORI, M.G.B.; CASSOL, R. Zoneamento ecológico-econômico de Barão de Cotegipe, RS: potencialidade para o ordenamento do território. Revista Brasileira de Cartografia, Uberlândia, MG, v. 66, n. 1, p. 137-151, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia>. Acesso em: 21 ago. 2023.

[27] SARTORI, M. da G. B. Clima e percepção geográfica: Fundamentos teóricos à percepção climática e à bioclimatologia humana. Santa Maria, RS: [s. n.], 2014.

[28] SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R. Meteorologia Agrícola. Piracicaba, SP; [s. n.], 2000.

[29] SIMÃO, S. Tratado de fruticultura. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, Piracicaba SP, p. 760. 1998. Disponível em: <https://loja.fealq.org.br/produtos/tratado-de-fruticultura/>. Acesso em: 12 jun. 2022.

[30] SISDAGRO. Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária. Balanço hídrico climatológico. Disponível em: <https://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/index> acesso em: 05 jun. 2023.

[31] SOARES, J. M.; COSTA, F. F. A vitivinicultura no Semiárido brasileiro. Embrapa Informação tecnológica, Petrolina, PE. 2009. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/notícias/2010/2010-03-12.html>. Acesso em: 20 mar. 2022.

[32] SOUZA, S.C.; MAITELLI, G.T.; Mudanças climáticas na interface superfície urbanizada atmosfera. In: X Encontro de Geógrafos da América Latina, 2005, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 2005. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/Avaliacao%20do%20enfoque.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

[33] TEIXEIRA, A. H. de C., AZEVEDO, P. V. de. Zoneamento agroclimático para a videira europeia no Estado de Pernambuco, Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v. 4, n. 1, p. 139-145. 1996. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/133576/1/ID8369RevistaBrasileiradeagrometeorologiaVol.4n.1.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2023.

[34] THORNTHWAITE, C. W. An Approach toward a Rational Classification of Climate. Geographical Review, v. 38, n. 1, p. 55–94. 1948. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275605891_Epocas_de_florescimento_e_colheita_da_nogueira-macadamia_para_areas_cafeicolasda_regiao_sudeste/fulltext/55f5a93c08ae63926cf4e732/Epocas-de-florescimento-e-colheita-da-nogueira-macadamia-para-areas-cafeicolasda-regiaeo-sudeste.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

[35] THORNTHWAITE, C.; MATHER, J. R. The warter balance. Laboratory of Climatology, Centerton, v. 8, n. 1, p. 104. 1955. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275605891_Epocas_de_florescimento_e_colheita_da_nogueira-macadamia_para_areas_cafeicolasda_regiao_sudeste/fulltext/55f5a93c08ae63926cf4e732/Epocas-de-florescimento-e-colheita-da-nogueira-macadamia-para-areas-cafeicolasda-regiaeo-sudeste.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2022.

[36] WOLLMANN, C. A. Zoneamento Agroclimático para a produção de roseiras (Rosaceae spp) no Rio Grande do Sul. 2011. 376 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

[37] WOLLMANN, C. A.; GALVANI, E. Zoneamento Agroclimático: linhas de pesquisa e caracterização teórica – conceitual. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 179 – 190, jan/abr. 2013.

[38] WOLLMANN, C. A. Classificação e eficiência climática geovitícola da bacia hidrográfica do Alto Jacuí/RS: aproximações entre a climatologia geográfica e a sommelierie. 2018. 193 f. Relatório de Estágio Pós-doutoral – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2018.

Capítulo 7

A importância da vegetação como fator regulador da temperatura e da umidade relativa do ar em vias públicas de Iporá-GO

Marcia Jesuina de Jesus
Discente do curso de Geografia da UEG-Unidade de Iporá

Washington Silva Alves
Docente do curso de Geografia da UEG-Unidade de Iporá

Thiago Rocha
Professor da Rede Estadual de Educação de Goiás

Resumo: Tem sido comprovado em diversas pesquisas que a arborização urbana é um fator relevante para amenizar o desconforto térmico nas cidades. O objetivo dessa pesquisa consistiu em investigar se a vegetação exerce o papel de regulador da temperatura e da umidade relativa do ar em vias públicas da cidade de Iporá-GO. Para isso foi selecionado trechos de duas avenidas da cidade que possuem canteiros centrais idênticos, sendo uma com a presença de vegetação arbórea e outra sem vegetação, e que estão sobre as mesmas condições de exposição do relevo e de morfologia da cidade. As coletas de dados foram realizadas simultaneamente nas duas avenidas, nos horários de 9h, 15h e 21h, por meio de coletas móveis utilizando termohigrômetros com os sensores instalados em abrigos meteorológicos. Após a coleta os dados foram organizados em planilhas para gerar gráficos e aplicar a estatística descritiva. Também foi usado o teste *t* de Student para identificar o nível de significância das variações registradas em ambas avenidas. Também foram aplicados questionários quantitativos para avaliar a percepção dos entrevistados em relação a temática. Os resultados demonstraram que nos horários de 9h e 15h os valores de temperatura e umidade relativa do ar apresentaram maior discrepância, sendo que na Avenida Pará foram registrados os maiores valores de temperatura e os menores de umidade em relação a Avenida Rio Claro. O teste *t* demonstrou que as variações foram significativas em todos os horários e em relação a umidade do ar foram significativas nos horários de 9h e 15h. Os questionários revelaram que a maioria da população entrevistada não concorda com a retirada da vegetação dos canteiros centrais das avenidas da cidade de Iporá-GO e reconhecem que ela influencia para amenizar o calor durante o dia.

Palavras-Chave: Desconforto térmico; vegetação; clima urbano.

1. INTRODUÇÃO

A arborização nas ruas das cidades desempenha um papel fundamental no bem-estar humano, na saúde ambiental e na qualidade de vida geral dos habitantes urbanos. A presença de árvores e vegetação ao longo das vias urbanas oferece uma série de benefícios que vão além do aspecto estético, impactando positivamente em diversos aspectos da vida cotidiana.

Conforme Müller (1998), Martelli e Santos Junior (2015) a importância da árvore, no meio urbano, ganha relevância maior, principalmente quando a concentração das habitações aumenta. Nesse sentido, faz parte da vegetação urbana, conforme Mascaró (2005) as árvores, arbustos e outras plantas menores que estão dentro da área urbana.

Para Cabral (2013) a arborização contribui para a melhoria da qualidade do ar. As árvores absorvem dióxido de carbono (CO2) e liberam oxigênio durante a fotossíntese, ajudando a reduzir a concentração de poluentes atmosféricos. Além disso, as folhas das árvores atuam como filtros naturais, retendo partículas finas, poeira e outros poluentes, o que resulta em uma atmosfera mais limpa e saudável para os moradores urbanos.

Para Minake e Amorim (2012) um dos benefícios significativos da arborização é a regulação térmica. As árvores fornecem sombra que ameniza a incidência direta dos raios solares nas superfícies urbanas, reduzindo a formação das chamadas "ilhas de calor" e mantendo temperaturas mais amenas.

Ainda para os autores onde há retirada da arborização, há alteração no microclima, pois dependendo do tipo de cobertura que estiver sobre o solo, ou mesmo o solo nu, contribuem para aumentar o calor que se propaga com mais intensidade, principalmente nos centros urbanos, onde predomina as pavimentações de concreto e massa asfáltica.

Isso é especialmente importante em cidades com climas quentes, onde a exposição prolongada ao calor pode causar desconforto e afetar a saúde das pessoas.

Para Gartland (2010) a inserção de vegetação nas áreas urbanas é uma forma para mitigar as ilhas de calor urbana que promovem o desconforto térmico e a redução da umidade do ar.

Em suma, a arborização nas ruas das cidades é uma estratégia essencial para criar ambientes urbanos saudáveis e sustentáveis. Ela não apenas contribui para a melhoria da qualidade do ar e a regulação térmica, mas também promove um espaço público mais agradável, tranquilo e propício à interação social.

Atualmente tem ocorrido a retirada de vegetação das vias públicas da cidade de Iporá-GO, de modo aleatório, sem controle e sem justificativa. Basicamente esses atos acontecem conforme a vontade dos moradores próximos as ilhas centrais das avenidas. Tem ocorrido a retirada de árvores com porte superior a 5 metros de altura, árvores que contribui, como apresentado anteriormente em pesquisas em outras localidades, para o controle da temperatura e da umidade relativa do ar, variáveis que condicionam a sensação de conforto ou desconforto térmico para a população.

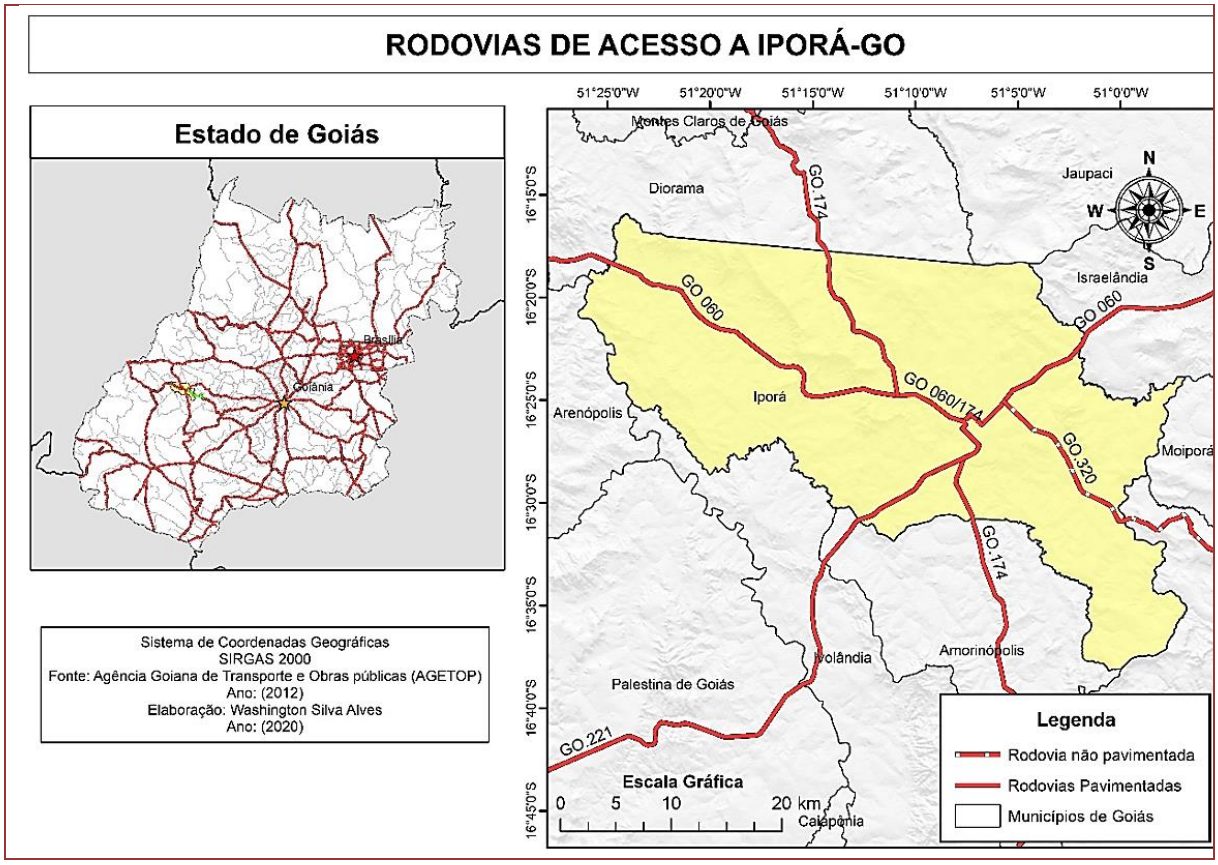
A cidade já é um ambiente extremamente modificado em comparação ao ambiente rural próximo a ela. Conforme García (1996) a cidade é a forma mais radical de transformação da paisagem natural, não se limita em mudar somente a morfologia do terreno no qual se inserem, modificam também as condições climáticas locais.

Baseado no que foi apresentado anteriormente, sobre a importância da vegetação nos ambientes urbanos, surgiu o objetivo desta pesquisa que consistiu em investigar se a vegetação contribui como agente regulador do microclima das vias públicas da cidade de Iporá-GO, tendo em vista que ela é um fator que interfere no padrão da temperatura e da umidade relativa do ar, elementos que são importantes para o conforto térmico.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Iporá-GO está localizada na região do Oeste Goiano (Região de Planejamento do Estado de Goiás), a 220 km da capital do estado, Goiânia-GO, e a 400 km de Brasília-DF, capital federal do Brasil. O município de Iporá-GO faz divisa territorial com os municípios de Arenópolis, Diorama, Ivolândia, Jaupaci, Israelândia, Moiporá e Amorinópolis. Iporá-GO é um município privilegiado por abrigar rotas importantes que concede acesso ao estado do Mato Grosso (pela GO-060/Br-158); ao sudoeste goiano, onde está o eixo do agronegócio no estado (pelas rodovias GO-174 e GO-221) e para a capital do estado por meio da GO-060. (Figura 1).

Figura 1 – Localização da cidade de Iporá-GO



Fonte: IBGE (2020) e GOINFRA (2020).

Segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2023)**,** a cidade de Iporá é derivada da decadência do Arraial de Pilões, localizado próximo confluência dos rios Claro e Pilões, hoje atualmente município de Israelândia.

Atualmente a população de Iporá-GO é de 35.684 pessoas aponta censo do IBGE (2023). As vias públicas da cidade são organizadas em formato de tabuleiro, tendo em vista que após sua emancipação o primeiro prefeito eleito, Israel Amorim, fez questão de contratar um arquiteto para fazer o planejamento para expansão da cidade, tendo em vista que o prefeito tinha "nojo" de como eram organizadas as vias públicas da antiga capital do estado de Goiás (Cidade de Goiás-GO) (GOMIS, 1998).

O arquiteto contratado basicamente desenhou o traçado da cidade de Iporá-GO com base nos projetos de organização espacial em formato de tabuleiro empregado na construção de Uberlândia-MG. (GOMIS, 1998).

A maior parte da área urbana de Iporá-GO apresenta ruas largas e avenidas de mão dupla que possuem canteiros centrais com gramínea e vegetação arbórea. (Figura 2).

Figura 2 – Imagem de parte da área urbana de Iporá-GO

Fonte: Os autores (2023).

Atualmente, algumas avenidas da cidade, tem tido parte das ilhas ocupadas por vendedores ambulantes, principalmente no ramo de alimentação. Essas ações, além provocar a retirada de vegetação das ilhas, também contraria o código de postura do município, que não prevê a ocupação dessas áreas. Portanto, o poder público não tem cumprido com seu papel, ao permitir que essas áreas sejam ocupadas.

Segundo o IBGE (2023) a economia do município é fortemente alimentada pela agropecuária e a prestação de serviços. No centro comercial da cidade há uma concentração de bancos, hospitais, órgãos públicos estaduais e o comércio varejista. Neste local há uma concentração de pessoas e veículos durante o dia, tendo em vista que a cidade exerce um papel de polo regional em saúde, educação e na prestação de outros serviços e muitas pessoas deslocam das cidades vizinhas para Iporá-GO.

2.1 Considerações sobre o clima urbano e a vegetação

De acordo com Monteiro (1976) o clima urbano *"é o clima de um dado espaço associado ao seu processo de urbanização, que expressa as condições atmosférica resultantes da interação de diferentes escalas climáticas e de superfície".* Dessa forma, os objetos sociais, ruas, estruturas, e as intenções econômicas por trás desses objetos, em conjunto e se relacionando com as características físicas do meio, geram alterações climáticas próprias das regiões urbanizadas.

Os estudos sobre Clima Urbano resultaram nos estudos do fenômeno das Ilhas de Calor, fato que ocorre nas grandes cidades, onde o perfil do clima das áreas centrais é mais quente que os bairros residenciais, periféricos, ou áreas arborizadas e de parques.

Segundo Mendonça (1994 apud Pinheiro, 2012, p. 25), "o Sistema Clima Urbano é uma proposição de abordagem geográfica do clima e da cidade, ou seja, envolve tanto os elementos de ordem meteorológica da atmosfera quanto os elementos da paisagem urbana em sua dinâmica".

De acordo com Andrade (2005), a qualidade de vida é um conceito central no planejamento urbano, sendo que o clima urbano deve ser considerado enquanto componente de qualidade do ambiente e, portanto, de contribuição para a qualidade de vida no meio urbano. Ainda enfatiza que o clima urbano pode afetar diretamente a saúde e bem-estar humano, sendo possível distinguir, nessa influência, diferentes fatores, entre ele o conforto térmico.

Em conformidade com Abreu (2008) a falta de vegetação, entre outros aspectos, é um dos fatores responsáveis pelas alterações do clima urbano. A vegetação em áreas urbanas é um importante componente no microclima, contribuindo para o aumento da umidade relativa do ar, para a diminuição da temperatura e, consequentemente, para a melhoria do conforto térmico em ambientes tropicais.

Segundo Lima Neto (2011), a presença de vegetação nas cidades é essencial na estrutura e dinâmica da ambiência urbana, além de contribuir para atenuação da temperatura, proporcionando melhoria no conforto térmico dos transeuntes de cidades com temperaturas elevadas.

No caso específico da cidade de Iporá-GO, há estudos que abordaram o papel da vegetação no clima urbano da cidade, principalmente no que diz respeito as influências na temperatura e na umidade relativa do ar.

Alves e Specian (2010) afirmaram que em Iporá-GO tem condições geourbanas (densidade de construção, pavimentação, vegetação, hidrografia, etc.) capazes de criar vários microclimas dentro da área urbana da cidade, pois encontraram diferenças térmicas e de umidade entre as áreas analisadas no estudo.

Specian, Silva Junior e Vecchia (2013) compararam as condições de temperatura e umidade do ar entre uma praça e um remanescente de cerrado nos horários de 8h, 15h e 21h. Os resultados demonstraram que as temperaturas permaneceram sempre menores na área de remanescente de cerrado.

Oliveira e Alves (2013) analisaram as condições de temperatura e umidade relativa do ar em praças públicas de Iporá-GO nos horários de 9h, 15h e 21h. Os pesquisadores identificaram que houve diferenças térmicas de 6,3°C e de 21% de umidade e concluíram que a vegetação foi o fator preponderante para diminuir a temperatura e elevar a umidade do ar.

Alves (2016) analisou o papel dos recursos hídricos e da vegetação no clima urbano de Iporá-GO e identificou que quanto maior a distância das áreas verdes, maior foi a temperatura da superfície.

Alves e Mariano (2017) identificaram que em Iporá-GO os valores máximos de temperatura do ar ocorrem em outubro e ao empregar o método estatístico de correlação linear verificaram que os fatores orientação do relevo e vegetação foram decisivos para as variações de temperatura na área urbana.

Diante dos resultados apresentados ficou evidenciado que a vegetação é um fator que atua como regulador da temperatura e da umidade relativa do ar na área urbana da cidade.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica para compreender o que é o clima urbano e a influência da vegetação como fator que interfere na temperatura e na umidade relativa do ar dentro da cidade.

A pesquisa possui uma parte de caráter experimental, pois foi necessário realizar trabalhos de campo para desenvolver experimentos e obter informações sobre a temperatura e umidade relativa do ar. Foram realizados experimentos durante dois dias para mensurar os valores de temperatura e umidade relativa do ar.

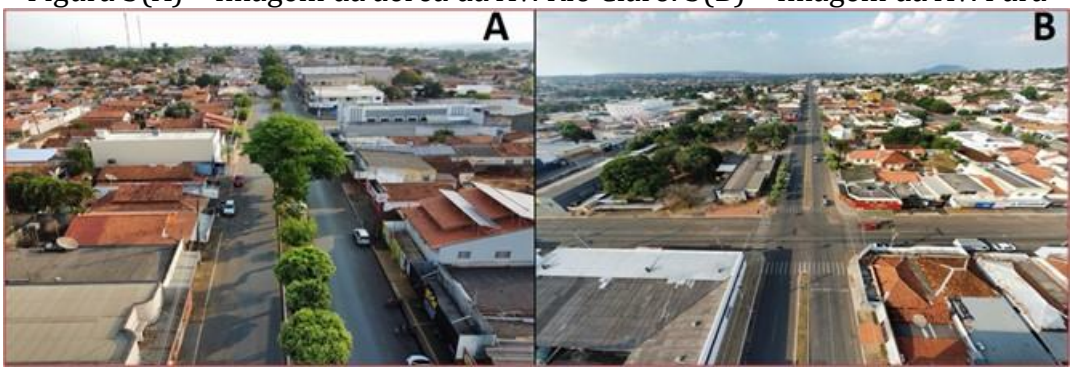
Foram selecionadas duas avenidas para análise, sendo uma com vegetação (Avenida Rio Claro) no canteiro central e outra sem vegetação (Avenida Pará). É importante informar que ambas as avenidas estão sobre as mesmas condições de exposição do relevo e as áreas em seu entorno apresentam as mesmas condições de densidade de construção e de movimentos de veículos e pessoas. (Figura 3 – A e B).

Para a coleta dos dados foram utilizados termohigrômetros da Instrutherm (modelo HT-750), com o sensor acoplado em abrigos meteorológicos para proteger da radiação direta do sol.

As coletas foram realizadas em três horários diferentes nos dois dias, as 09h, 15h

e 21h, conforme o padrão realizado pela Organização Mundial de Meteorologia – OMM.

Figura 3(A) – Imagem da aérea da Av. Rio Claro. 3(B) – Imagem da Av. Pará



Fonte: Os autores (2023).

O procedimento para a coleta foi realizado de forma móvel, onde duas equipes se deslocaram, simultaneamente, pelos trechos das duas avenidas, realizando o registro das informações no meio de cada canteiro central. Ao total foram elencados 12 pontos para coleta. (Figura 4).

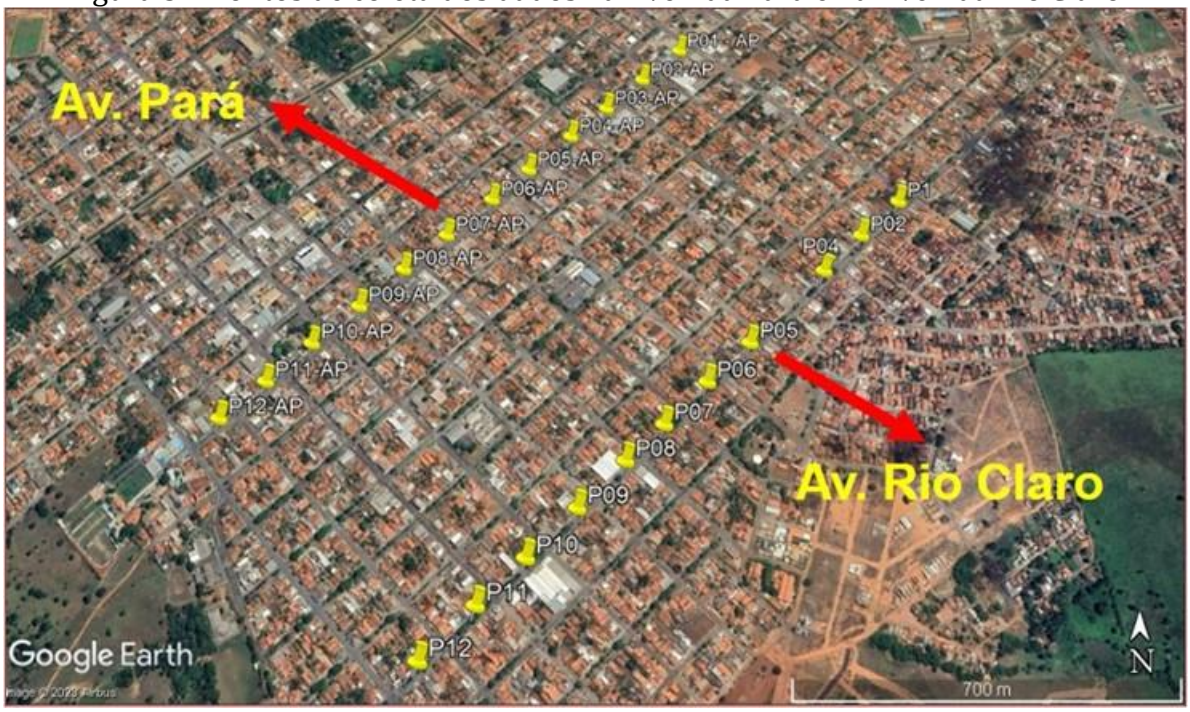
Figura 4 – Imagens do trabalho de campo para a realização da coleta dos dados de temperatura e umidade relativa do ar

Fonte: A autora (2023).

Foi utilizada a técnica do transecto móvel, onde os pesquisadores fizeram o percurso a pé e registraram os dados em cada ponto pré-determinado. Por isso há uma defasagem no horário, sendo que todo o percurso foi concluído em um intervalo 1h, ou seja, a diferença horária de coleta entre o P01 e o P12 foi de 1h.

Ao chegar no local de coleta o foi estipulado o tempo de 2 a 3 minutos para que o sensor do termohigrômetro estabilizasse com a condição do ambiente. Optou-se por coletar ao meio de cada ilha tendo em vista que nas esquinas ocorre o fluxo de ar pelas ruas e poderia interferir nos dados de temperatura e umidade do ambiente. (Figura 5).

Figura 5 – Pontos de coleta dos dados na Avenida Pará e na Avenida Rio Claro



Fonte: Google Earth (2023).

Mas é importante justificar aqui que os valores coletados em cada ponto, em ambas avenidas, ocorreram no mesmo horário, por exemplo, não há discrepância entre o horário de coleta da temperatura do ar no P03 na Avenida Pará e na Avenida Rio Claro. Também é importante ressaltar que o foco do trabalho não é avaliar o padrão dos elementos climáticos, aqui analisados, ao longo das avenidas, mas sim comparar como os mesmos se comportam em diversos pontos nas duas avenidas.

Os dados obtidos foram submetidos a análise no software Microsoft Excel 2020 para construção de gráficos e também para aplicação da estatística descritiva com intuito de obter os valores máximos, mínimos, a média e o desvio padrão da temperatura e da umidade relativa do ar em cada horário definido para coleta.

Também foi utilizado o teste de hipótese, teste *t de Student* para comparar as amostras de dados de temperatura e umidade coletados em ambas avenidas e verificar se a variação obtida foi significativa ou não. O Teste *t* foi obtido por meio da equação 1.

$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{EPdif} \quad 1)$$

Onde, $\bar{x}_A$ é a média do grupo A; $\bar{x}_B$ é a média do grupo B; $EPdif$ é o erro padrão da diferença entre as duas médias.

Conforme Moreno e Morcillo (2019) quando as variâncias dos dois grupos são iguais o erro padrão da diferença das duas médias é calculado por meio da média ponderada das variâncias dos grupos conforme a equação 2.

$$S_p^2 = (s_1^2 * (n_1 - 1)) + (s_2^2 * (n_2 - 1))/(n_1 + n_2) - 2 \quad 2)$$

Onde S_p^2 é a média das variâncias ponderada; s_1^2 e n_1 representam a variância e o número de amostras do grupo 1; s_2^2 e n_2 representam a variância e número de amostras do grupo 2. Em seguida calcula-se o erro padrão das diferenças ($EPdif$), por meio da equação 3, usando a variância ponderada.

$$EPdif = \sqrt{\frac{s_p^2}{n_1} + \frac{s_p^2}{n_2}} \quad 3)$$

No entanto, quando as variâncias são diferentes, o erro padrão das diferenças entre as médias dos dois grupos é denominado a partir das variâncias dos grupos, de acordo com a equação 4.

$$EPdif = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}} \quad 4)$$

Onde, s_1^2 e n_1 é a variância e o número de amostras do grupo 1e s_2^2 e n_2 é a variância e o número de amostras do grupo 2.

Também foram aplicados questionários a população residente ao longo das duas avenidas com o intuito de mensurar a percepção das pessoas em relação: a) ao papel da vegetação como fator que regula a temperatura e a umidade relativa do ar; b) como essas pessoas enxergavam as ações de retirada de vegetação, por parte dos próprios moradores; c) como avaliam as ações do poder público em relação a gestão da vegetação

nos canteiros centrais das avenidas.

Foram elaboradas dez questões, de caráter quantitativo, e utilizado o google forms para registrar as respostas dos entrevistados, que posteriormente foram representadas em gráficos. É importante ressaltar que o questionário não foi online, apenas utilizou-se da plataforma online como uma ferramenta para registrar as respostas que foram obtidas em campo.

Os questionários foram aplicados para 83 pessoas, sendo essas residentes ou trabalhadores de empresas que estavam ao longo das duas avenidas analisadas. Não houve um parâmetro para definir o tamanho da amostra, poderia ser maior ou menor, ficou a cargo dos pesquisadores essa definição, nesse sentido, aleatoriamente foi feito opção pela quantidade mencionada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise e discussão dos dados climáticos

Os resultados obtidos a partir da análise dos dados coletados em campo revelaram que em todos os três horários analisados os valores máximos de temperatura do ar foram maiores na Avenida Pará e os menores valores mínimos registrados na Avenida Rio Claro.

Cabe ressaltar que a coleta foi realizada em dias quentes do mês de setembro de 2023, dias que estiveram sobre influência de ondas de calor e por isso é possível observar que os valores máximos e mínimos permaneceram acima de 30°C, mesmos nos horários de 9h e 21h, que são os horários mais “frescos” e que foi realizada a coleta.

Também foi possível perceber, por meio do desvio padrão, que houve maior variação dos valores de temperatura do ar registrados na Avenida Pará, em todos os horários, quando comparado com os valores encontrados para a Avenida Rio Claro. Principalmente nos horários de 9h e 15h houve maior discrepância entre os valores do desvio padrão. (Tabela 1).

Tabela 1 – Dados estatísticos básicos dos valores de temperatura e umidade relativa do ar registrados durante o percurso nas Avenidas Pará e Rio Claro

Variáveis	**Avenida Pará**			**Avenida Rio Claro**		
Temperatura do Ar (°C)	***9h***	***15h***	***21h***	***9h***	***15h***	***21h***
Máxima	35,1	39,7	32,7	34,1	39,5	32,1
Mínima	32,3	37,4	30,7	32,0	37,4	30,4
Média	33,6	38,8	31,7	32,8	38,5	31,4
Desvio Padrão	0,76551	0,55794	0,58158	0,62946	0,45855	0,51751
Umidade Relativa do Ar (%)	***9h***	***15h***	***21h***	***9h***	***15h***	***21h***
Máxima	42,0	30,0	44	44	31	42
Mínima	24	14	31	34	17	30
Média	31	19	37	37	21	36
Desvio Padrão	5,85822	4,21866	3,848348	2,58444	3,52937	3,77611

Fonte: A autora (2023).

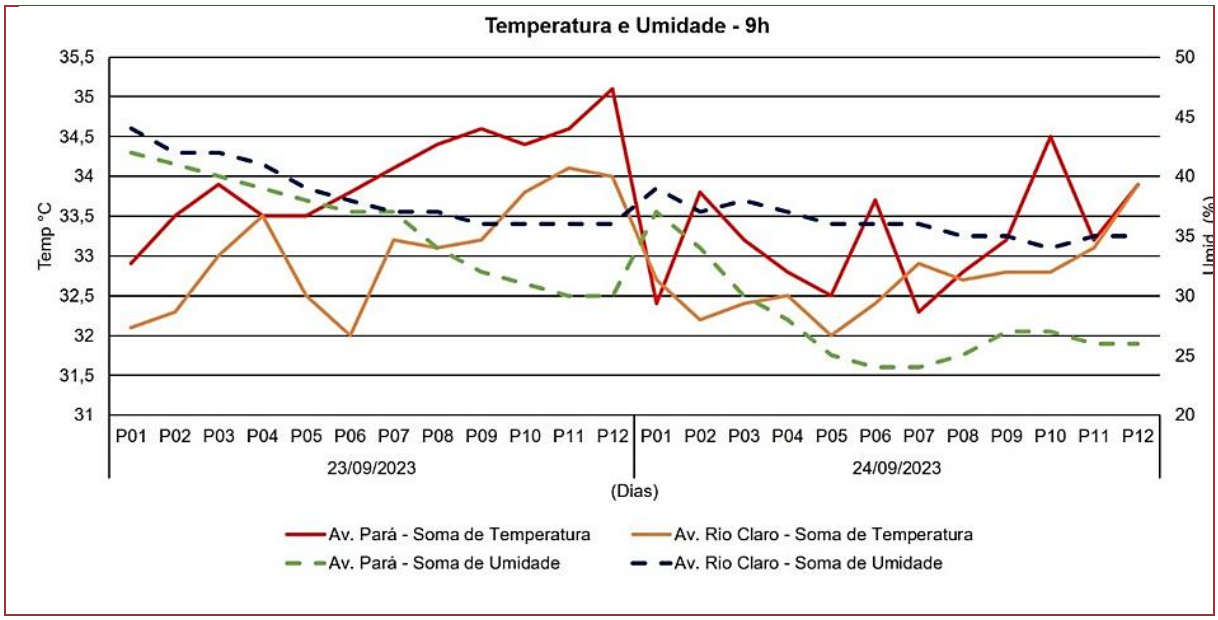
Em relação a umidade relativa do ar é importante frisar que nos horários de 9h e 15h as menores máximas foram registradas na Avenida Pará, assim como os menores valores mínimos. Apenas no horário de 21h foi notado que o maior valor máximo e o menor valor mínimo foram registrados na Avenida Pará.

No entanto, quando se olha para o desvio padrão ficou evidenciado que, assim como a temperatura do ar, nos horários de 9h e 15h foi registrada uma variação mais acentuada dos valores de umidade na Avenida Pará.

Esses diagnósticos iniciais apontam para o papel da vegetação na Avenida Rio Claro. A mesma corroborou para que houvesse menor variação da temperatura e da umidade relativa do ar ao longo da avenida.

Nota-se que no primeiro dia do experimento 23/09/2023 os valores de umidade relativa do ar permaneceram mais próximos e os de temperatura mais distantes, já no segundo dia houve o inverso. Porém, em ambos os dias os valores de temperatura do ar permaneceram oscilando entre os valores de 32,0°C e 35,0°C. (Figura 6).

Figura 6 – Padrão da temperatura e da umidade relativa do ar no horário de 9h



Fonte: A autora (2023)

No dia 23/09/2023 apenas no P04 os valores de temperatura do ar registrado em ambas avenidas foi o mesmo (33,5°C) e no P07 foi registrado o mesmo valor de umidade relativa do ar (37%). É importante destacar que, por mais que haja vegetação na Av. Rio Claro, a mesma não é contínua em todo o trecho analisado.

As proximidades dos valores dos elementos climáticos, em ambas avenidas e nos pontos destacados, estão associadas a essa descontinuidade da vegetação, pois nos pontos onde há mais vegetação, os valores de temperatura obtidos na Av. Rio Claro são menores e os valores de umidade do ar maiores.

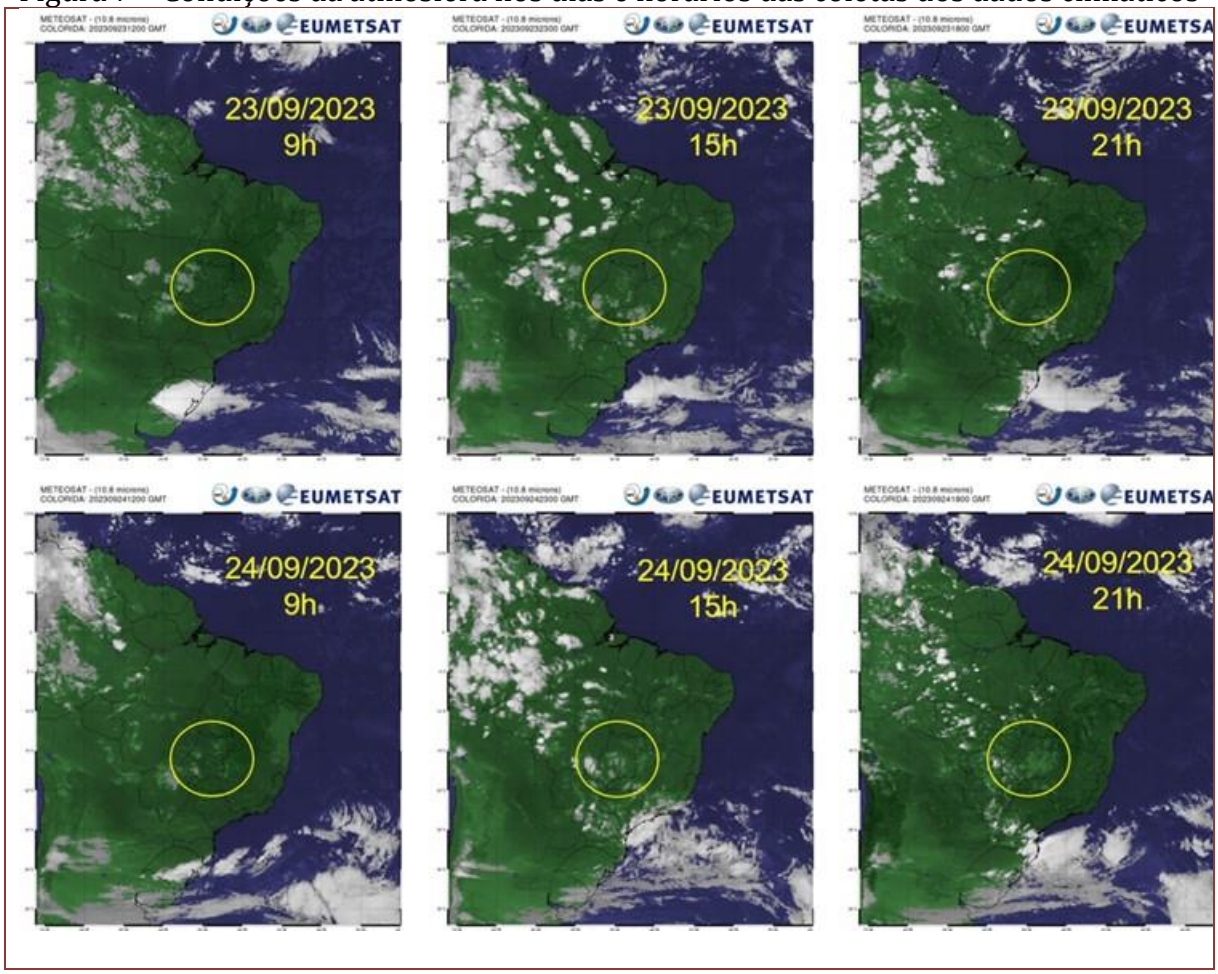
No dia 24/09/2023 os valores de umidade relativa do ar permaneceram entre 35% e 40% na Avenida Rio Claro enquanto que na Avenida Pará oscilou entre 25% e 35%. Os valores de temperatura do ar permaneceram maiores na Avenida Pará, porém no P07 o valor registrado na Avenida Rio Claro (32,9°C) foi pouco maior que o registrado na outra avenida (32,3°C).

Esse fato pode ser explicado pela ausência de vegetação nesse ponto da Avenida Rio Claro, no entanto a discrepância nos valores foi de décimos de temperatura, ou seja, não chegou a 1°C.

A redução dos valores de temperatura do ar no dia 24/09/2023, quando comparado ao padrão registrado no dia 23/09/2023, esteve associado ao incremento de nebulosidade gerada em áreas de instabilidades formadas a partir do calor e da canalização de umidade do norte do Brasil para a região centro-oeste, onde está localizada

a área de estudo. Na Figura 7 ficou demonstrada essas características da atmosfera nos horários de coleta, nos dois dias de experimento.

Figura 7 – Condições da atmosfera nos dias e horários das coletas dos dados climáticos



Fonte: CPTEC/INPE (2023).

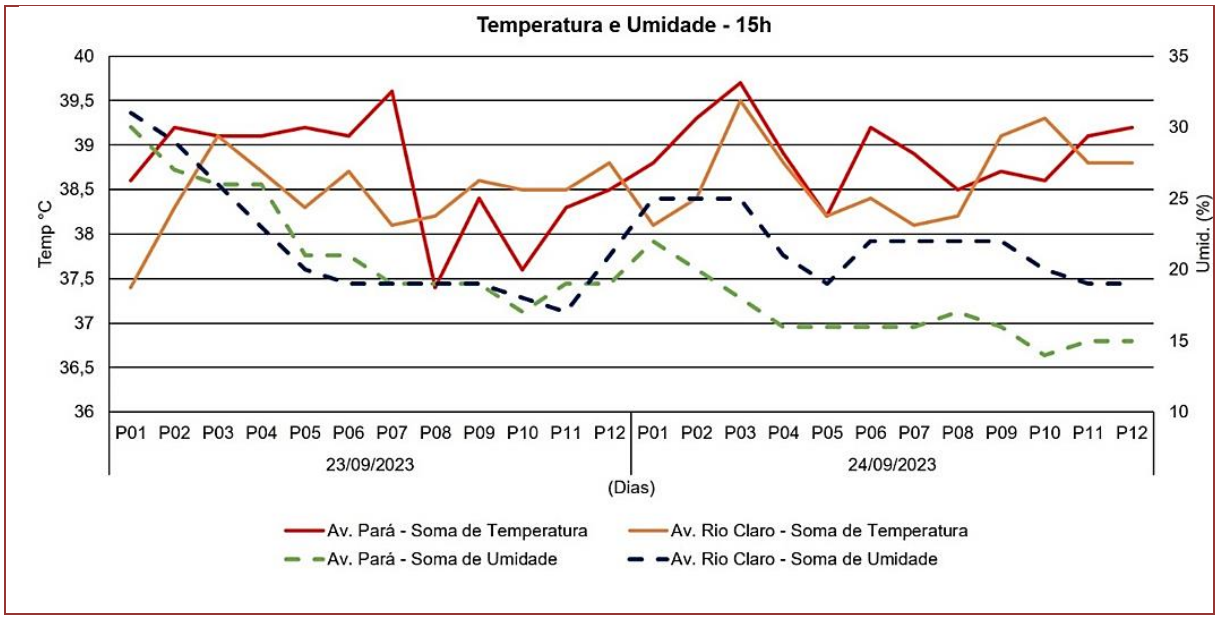
No horário das 15h foi possível perceber que no dia 23/09/2023, do P08 ao P12 os valores de temperatura do ar foram menores na Avenida Pará. Esse fato está associado a descontinuidade da vegetação na Av. Rio Claro e também por ter ocorrido a presença de nebulosidade e rajadas de ventos. Foi registrada uma diferença de 1ºC.

Entre o P04 e P07 foi registrada a maior diferença térmica entre as duas avenidas. No P04 a temperatura na Avenida Rio Claro esteve 1,0° abaixo do valor registrado na Av. Pará (39,2°C) e no P07 esteve 1,5°C abaixo, sendo que na Av. Pará foi registrado 39,6°C.

Em relação a umidade do ar foi percebido que os valores registrados no P04, P05, P06 e P07 foram ligeiramente maiores na Avenida Pará, porém muito próximos aos valores registrados na Avenida Rio Claro, valores que oscilaram entre 20 e 25%.

No dia 24/09/2023 foi possível identificar que apenas no P09 (39,1°C) e P10 (39,3°C) os valores de temperatura do ar registrados na Avenida Rio Claro foram maiores que os valores obtidos na Av. Pará (P09 (38,7°C) e P10 (38,6°C). Novamente uma diferença de décimos de temperatura. (Figura 8).

Figura 8 - Padrão da temperatura e da umidade relativa do ar no horário de 15h



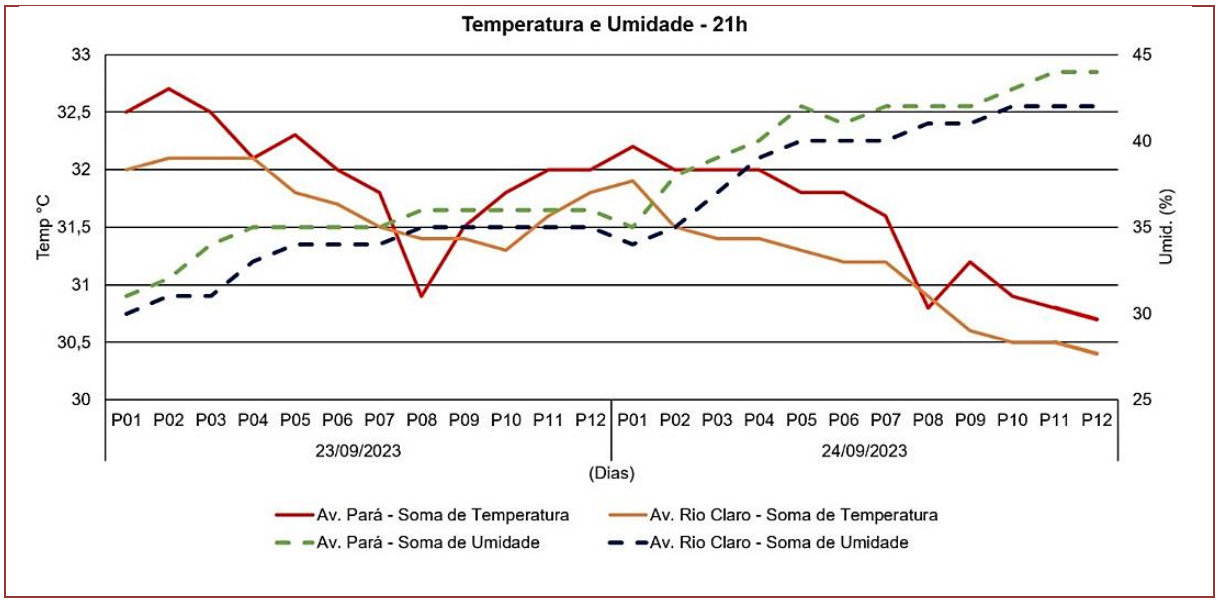
Fonte: A autora (2023).

Em relação a umidade do dia 24/09/2023, em todos os pontos de coleta os valores registrados na Avenida Rio Claro estiveram maiores que os valores registrados na Avenida Pará.

As 21h os valores de temperatura do ar oscilaram entre 30°C e 33°C. Foi possível perceber que apenas no P08 os valores de temperatura do ar, registrados na Avenida Pará, foram menores que os valores registrados na Avenida Rio Claro, porém com diferença de 0,5°C no dia 23/09/2023 e 0,1°C no dia 24/09/2023.

Em relação a umidade relativa do ar foi evidenciado que os valores registrados foram próximos em todos os pontos em ambas avenidas, porém na Avenida Rio Claro foram registrados os maiores valores nos dois dias de experimento. (Figura 9).

Figura 9 - Padrão da temperatura e da umidade relativa do ar no horário de 21h



Fonte: A autora (2023).

Em relação ao teste *t* de Student, utilizado para verificar se houve diferenças significativas entre as médias dos valores de temperatura e umidade relativa do ar, inicialmente o resultado do teste F demonstrou que as variâncias apresentaram homogeneidade apenas nos valores de umidade relativa do ar registrados as 9h, nos demais casos analisados os valores de variância foram classificados como heterogêneos, onde o valor de *p* foi superior a 0,05.

O resultado do Teste *t* de Student demonstrou que o valor de *p* ficou abaixo de 0,05 para a temperatura do ar nos três horários analisados e para os valores de umidade relativa do ar nos horários de 9h e 15h. (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultado do teste F e do teste t de Student

Horário	Teste F	Teste *t* de Student
Temperatura do ar		
9h	0,3548	0,0004
15h	0,3535	0,0409
21h	0,5802	0,0174
Umidade Relativa do ar		
9h	0,0002	0,0001
15h	0,3986	0,0184
21h	0,9284	0,1022

Fonte: A autora (2023)

Esse resultado demonstrou que houve variação significativa entre as amostras e que a vegetação teve um papel importante no controle da temperatura e da umidade relativa do ar na Avenida Rio Claro. Portanto, é importante preservar a mesma ao invés

de retirá-la, pois isso poderá acarretar em modificações no microclima da avenida, provocar elevação dos valores de temperatura e decréscimos na umidade relativa do ar. Consequentemente afetará o conforto térmico da população que reside e trabalha na avenida, conforme foi demonstrado por Castro (1999) e Bartholomei (2003) em pesquisas realizadas em outros ambientes urbanos.

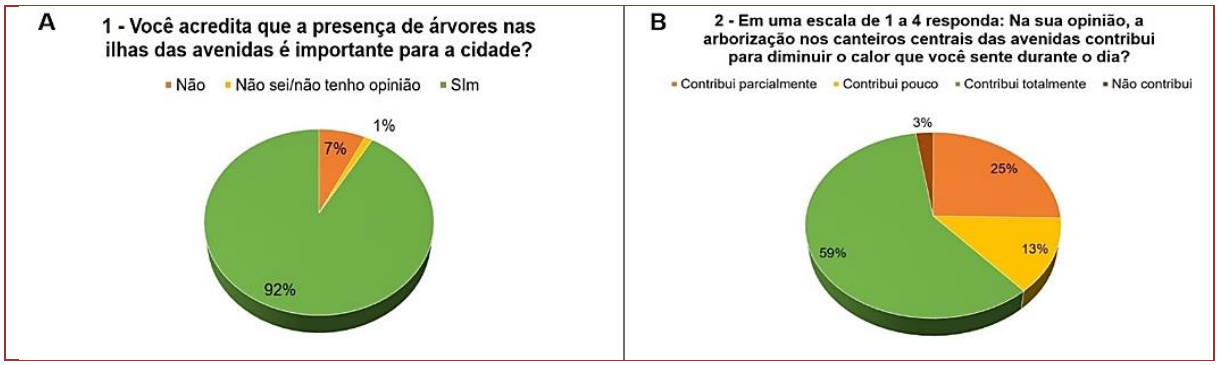
A vegetação também é um importante fator usado para mitigar as ilhas de calor nos ambientes urbanos, como demonstrado por Gartland (2010), por isso a sua retirada sem controle e reposição contribuiria para surgimento ou até mesmo acentuar os efeitos da ilha de calor urbana.

4.2 Análise e discussão dos questionários

Foram aplicados questionários a 83 pessoas que residem ou trabalham ao longo das avenidas, objetos de estudo dessa pesquisa. Na primeira questão foi perguntado aos entrevistados se eles acreditavam que a presença de árvores nas ilhas das avenidas era importante para a cidade. Desse modo, 92% dos entrevistados afirmaram que sim; 7% disseram que não e apenas 1% disse que não sabiam opinar. (Figura 10A).

Na segunda questão foi perguntado se na opinião dos entrevistados, a arborização nos canteiros centrais das avenidas contribui para diminuir o calor que eles sentem durante o dia. Do universo amostral de 83 pessoas 59% disseram que contribui totalmente; 25% afirmaram que contribui parcialmente; 13% responderam que contribui pouco e apenas 3% disseram que não contribui. (Figura 10B).

Figura 10(A) – Respostas da questão 01 e 10(B) – Repostas da questão 02

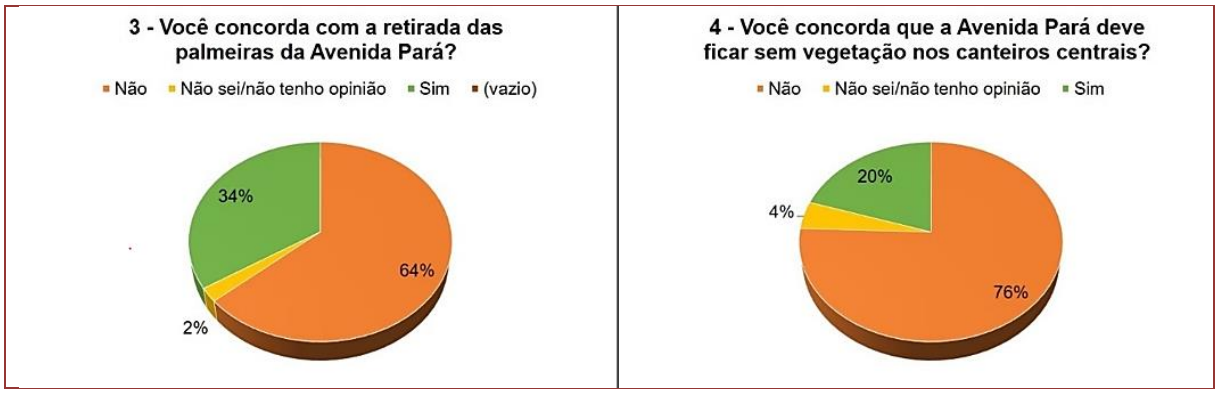


Fonte: A autora (2023).

Nota-se nos resultados das respostas das perguntas 01 e 02 que a maior parte da população reconhece a importância das árvores nos canteiros centrais das avenidas da cidade de Iporá-GO e entendem, na sua percepção, que as mesmas contribuem para amenizar os efeitos do calor durante o dia.

A pergunta 03 indagou os entrevistados perguntando se concordaram com a retirada das palmeiras que existiam na Avenida Pará, e 64% responderam que não concordavam; 34% afirmaram que concordavam e 2% não souberam responder. Como complemento da pergunta 03 foi questionado na pergunta 04 se os entrevistados concordavam que a Avenida Pará deveria ficar sem vegetação nos seus canteiros centrais e 76% responderam que não deveria; 20% disseram que sim e 4% não souberam responder. (Figura 11).

Figura 11 – Respostas das questões 03 e 04



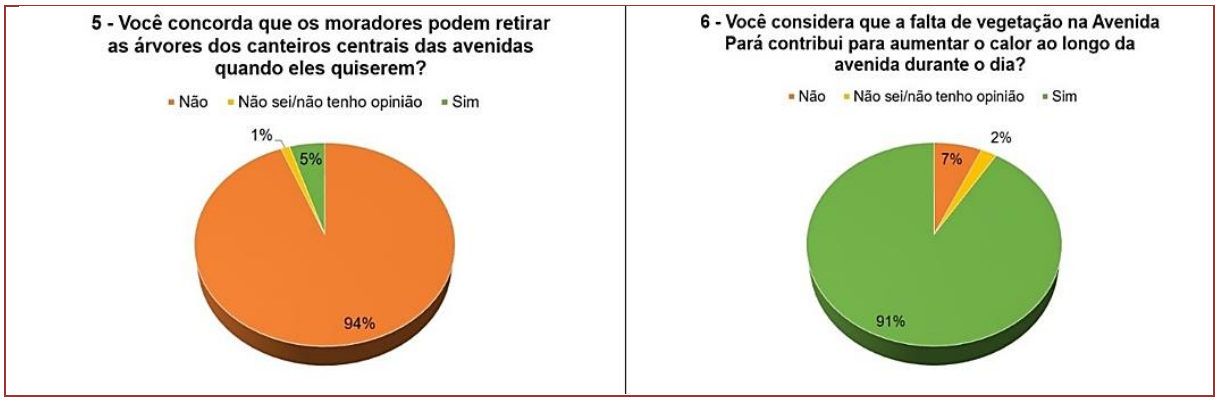
Fonte: A autora (2023).

Também foi perguntado aos entrevistados se eles concordavam que os moradores poderiam retirar as árvores dos canteiros centrais das avenidas quando tivessem interesse. Dentre os entrevistados 94% responderam que não concordavam; 5% afirmaram que concordavam e 1% não souberam responder.

De fato, esse resultado demonstrou que a retirada da vegetação dos canteiros centrais tem ocorrido de forma pontual, por algumas pessoas, geralmente empresários com o intuito de "melhorar" a estética desses locais em frente as suas empresas. Mas a maior parte das pessoas não concordam com esse tipo de retirada.

Na questão 06 foi perguntado se os entrevistados consideravam que a falta de vegetação na Avenida Pará contribuiu para aumentar o calor durante o dia e 91% disseram que sim; 7% afirmaram que não e 2% não souberam responder. (Figura 12).

Figura 12 – Respostas das questões 05 e 06



Fonte: A autora (2023).

A percepção da maioria dos entrevistados correspondeu com os resultados encontrado nas mensurações da temperatura do ar realizada na área de estudo, sendo que os valores de temperatura do ar permaneceram mais elevados na Avenida Pará.

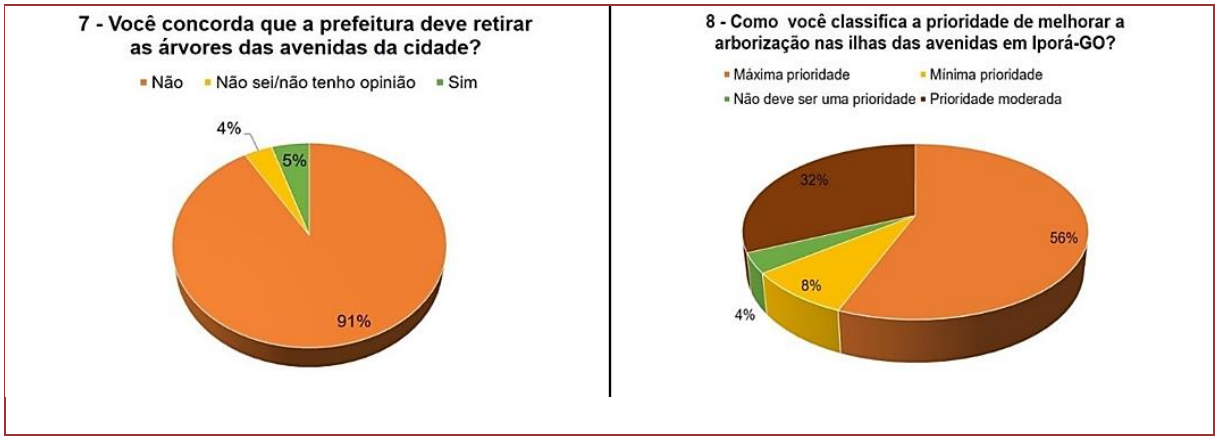
Também foi perguntado, aos entrevistados, na questão 07, se eles concordavam que a prefeitura deveria retirar as árvores das avenidas da cidade e 91% não concordaram; 5% disseram que concordavam e 4% não souberam responder.

As respostas demonstraram que os moradores consideram importante a presença de vegetação nas avenidas da cidade e que ações de retirada da mesma, sem a real necessidade, é desaprovada pela maioria.

Na questão 08 foi perguntado como os entrevistados classificavam a prioridade de melhorar a arborização das ilhas das avenidas em Iporá e 56% responderam que deveria ser uma ação de prioridade máxima do poder público; 32% afirmaram ser uma ação de prioridade que poder ser de prioridade moderada; 8% consideram ser de mínima prioridade e 4% afirmaram não ser uma prioridade. (Figura 13).

As respostas obtidas na questão 08 também demonstraram que a maior parte da população entrevistada considerou que a arborização deve ser uma ação de prioridade da prefeitura de Iporá.

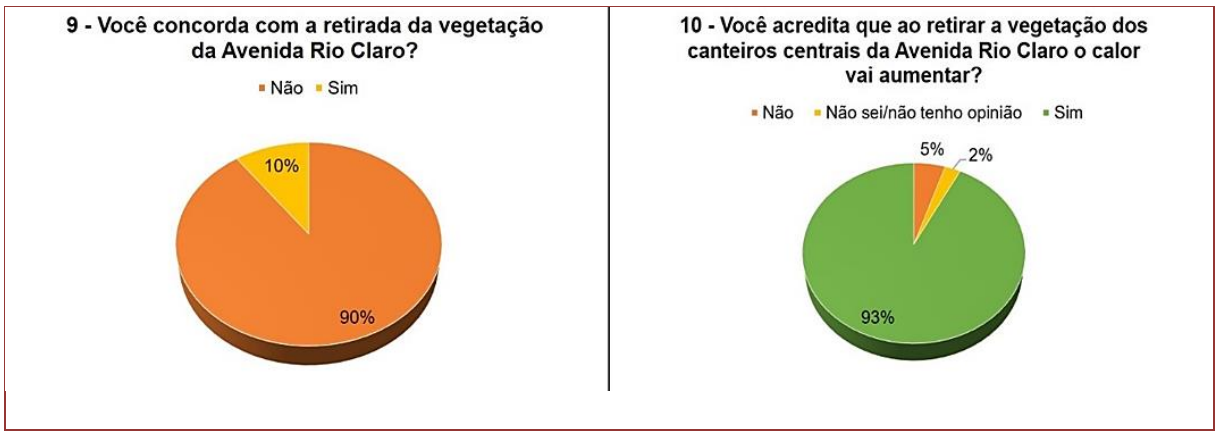
Figura 13 – Respostas das questões 07 e 08



Fonte: A autora (2023).

Na questão 09 foi perguntado aos entrevistados se eles concordavam com a retirada da vegetação da Avenida Rio Claro e 90% disseram não concordar com essa ação e 10% afirmaram ser a favor. Na questão 10 os entrevistados foram questionados sobre a percepção deles quanto a retirada da vegetação na Avenida Rio Claro, se ao retirar eles consideram que o calor aumentaria durante o dia. Entre as respostas obtidas 93% consideraram que a retirada da vegetação da avenida promoveria o aumento do calor; 5% afirmaram que não e 2% não souberam responder. (Figura 14).

Figura 14 – Respostas das questões 08 e 10



Fonte: A autora (2023).

Tendo em vista a importância da vegetação na avenida como um fator regulador de temperatura e umidade relativa do ar, demonstrada na análise dos dados obtidos em campo e descrito anteriormente, é importante esse posicionamento da população, que considera a vegetação urbana importante para a mesma.

Vale ressaltar que houve um requerimento, por parte de um vereador, requisitando a retirada de toda a vegetação ao longo da Avenida Rio Claro. Talvez o mesmo não teve a sensibilidade de procurar saber a importância da vegetação em ambientes urbanos e também não procurou saber a percepção da população residente ao longa da avenida citada, pois tanto os dados coletados no experimento, quanto o posicionamento da população vai na contramão do pedido de requerimento do vereador.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível identificar que o objetivo proposto foi alcançado, tendo em vista que houve a realização do experimento que avaliou as condições de temperatura e umidade relativa do ar entre as duas avenidas analisadas, sendo possível identificar que a vegetação é um fator importante e que atuou de modo significativo na regulação dos dois elementos climáticos analisados, ou seja, na Avenida Rio Claro, onde havia vegetação, os valores de temperatura foram menores, quando comparados aos da Avenida Pará (sem vegetação) e os valores de umidade relativa do ar foram maiores.

As diferenças foram significativas, conforme foi demonstrado pelo teste *t* de Student que ratificou essa hipótese inicial levantada no início da pesquisa.

Também é possível concluir que a percepção das maioria das pessoas entrevistadas consistiu no posicionamento que considera a importância de manter a vegetação nas avenidas da cidade de Iporá; que a prefeitura não deve retirá-la de forma aleatória; que a mesma é importante para minimizar os efeitos do calor durante os horários analisados.

REFERÊNCIAS

[1] ABREU, L. V. 2008. Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas. 154 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

[2] ALVES, E. L. **Análise das influências geourbanas no clima urbano da cidade de Iporá – Goiás.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental. USP-SP, 2016. Disponível em: < https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-26082016-085246/publico/TeseElisDenerLimaAlves.pdf>. Acesso em: 06 out. 2023.

[3] ALVES, W. S.; MARIANO, Z. de F. Os fatores geoecológicos, geourbanos e o clima urbano de Iporá-GO: uma análise a partir do Método de Correlação Linear. In: **Revista**

Ateliê Geográfico, v. 11, n. 3, p. 77-93. 2017. Disponível em: < https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/39564/25614>. Aceso em: 06 out. 2023.

[4] ALVES, E. L.; SPECIAN, V. O clima intra-urbano de Iporá-GO: um estudo em episódios. In: **Revista de Geografia da UFPR**. p. 141 – 154. Disponível em: < file:///C:/Users/WASHINGTON/Downloads/OClimaintra-urbanodeIpor-GO-umestudoemepisdios.PDF>. Acesso em: 03 out 2023.

[5] BARTHOLOMEI, Carolina Lotufo Bueno. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído. Campinas**, 2003. 186 f. Tese, Doutorado em Saneamento e Ambiente - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

[6] CASTRO, Larissa Lemos Fonseca de Lima. **Estudo de parâmetros de conforto térmico em áreas verdes inseridas no ambiente urbano**. Campinas, 1999. 125 f. Dissertação, Mestrado em Saneamento e Ambiente - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas,1999.

[7] GOMIS, Moizeisn Alexandre. **Uma Viagem no Tempo de Pilões a Iporá (1748-1998)** 1ª Ed.: Gráfica e Editora Nova Página.

[8] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. IBGE** - Cidades, 2014. Disponível em: <ibge.gov.br/cudades-e-estados/go/ipora.html>. Acesso em 27 de agosto de 2023.

[9] LIMA NETO, E. M. **Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR**. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

[10] MARTELLI, Anderson; SANTOS JR, Arnaldo Rodrigues. **Arborização Urbana do município de Itapira–SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico.** REGET/UFSM, v. 19, n. 2, p. 1018-31, 2015. 428.

[11] MASCARÓ, L; MASCARÓ J. **Vegetação Urbana**. 2ºed. Porto Alegre: Editora +4, 2005. 204 p.

[12] MENDONCA, F. A.; LIMA, N.; PINHEIRO, G.. Clima Urbano no Brasil: Análise e contribuição da metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. **Revista GeoNorte,** v. 1, p. 626-638, 2012.

[13] MINAKI C.; AMORIM, M. C. de C. T. 2012. Características das ilhas de calor em Araçatuba/SP: Análise de episódios. **Revista Geonorte**, ISSN: 2237-1419, Edição Especial 2, V.2, N.5, p. 279 – 294.

[14] MONTEIRO Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e Clima Urbano.** São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Série Teses e Monografias, 25).

[15] MORENO, L. Z.; MORCILLO, A. M. **Comparação de duas médias: teste t de Student.** Campinas-SP. 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/335988592_Comparacao_de_duas_Medias_Teste_t_de_Student>. Acesso em: 12 fev. 2021.

[16] SPECIAN, V.; SILVA JUNIOR, U. P.; VECCHIA, F. A. Padrão térmico e higrométrico para dois ambientes de estudo: área urbanizada e remanescente de cerrado na cidade de

Iporá-GO. In: **Revista de Geografia da UNB**. Disponível em: < https://oa.mg/work/1524814764>. Acesso em: 06 out. 2023.

[17] OLIVEIRA, M. M. de; ALVES, W. S. influência da vegetação no clima urbano de cidades pequenas: um estudo sobre as praças públicas de Iporá-GO. In: **Revista Territorial**, v. 2, n. 2, p. 61-77. 2013. Disponível em: < file:///C:/Users/WASHINGTON/Downloads/3475-Texto%20do%20artigo-10271-1-10-20150331.pdf>. Acesso em: 06 out. 2023.

@editorapoisson

https://www.facebook.com/editorapoisson

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br